This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

239

Soc. 1773 d. 44/1-2

MEMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ

ÉTABLIE

A GENEVE

Pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.

A GENEVE.

M. DCC. LXXV-III.

PRÉCIS

SUR L'ORIGINE, LE BUT, ET LE RÉGIME

DE LA

SOCIÉTÉ ÉTABLIE A GENÈVE

Pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.

SI nous conſidérons ce qui ſe paſſe aujourd'hui dans la plûpart des États, nous y verrons les hommes plus animés que jamais du deſir de porter les Arts à leur perfection, l'Induſtrie faiſant de nouveaux efforts pour multiplier ſes reſſources, un grand nombre d'Etabliſſemens naître par-tout pour la ſéconder; & les Gouvernemens, jaloux de leur propre gloire, entrer dans ces vues, les favoriſer & les étendre.

Indépendamment du plaiſir attaché à des découvertes utiles à l'homme, l'on conçoit aiſément quelles cauſes excitent de nos jours cette émulation univerſelle. L'or, dont l'abondance s'accroit tous les jours, crée plus de beſoins qu'il n'en ſatisfait, & ſéme partout la cupidité. L'amour de l'aiſe eſt un aiguillon qui ſe fait ſentir dans

239

Soc. 1773 d. 44/1-2

là que nos principales fabriques ſe ſont maintenues, & que notre République a vu croître ſa proſpérité. Il ne s'agit que de ſe conduire ſelon les tems, de prévenir des changemens déſavantageux, & de redoubler ſon activité, à meſure que les difficultés naiſſent, & que les beſoins ſe multiplient.

Une Société telle que la nôtre a paru néceſſaire pour remplir ces vues. Ce ſont là du moins celles que ſes Fondateurs ſe ſont propoſées. Le patriotiſme & l'amour des Arts ſe ſont réunis pour lui donner l'être; &, ce qui eſt à l'ordinaire l'ouvrage du tems, fut chez nous, par une ſorte d'enthouſiaſme généreux, l'effet d'un moment.

Du reſte, l'origine de cet Etabliſſement eſt la même, dans ſes circonſtances, que celle de la plûpart des Sociétés ou Académies qui ſe ſont formées en différens tems. Le deſir de s'éclairer réciproquement ſur leurs travaux avoit raſſemblé chez Mr. le Profeſſeur DE SAUSSURE pluſieurs Artiſtes de cette ville. D'autres perſonnes diſtinguées par leurs connoiſſances s'y joignirent enſuite; & leurs conférences ne furent point ſans utilité. Mais leurs vues s'étendant inſenſiblement, ils ne tardérent pas à s'appercevoir des bornes qui les reſſerroient; ils ſentirent enfin qu'une Aſſociation plus nombreuſe étoit néceſſaire; & qu'on ne pouvoit attendre que d'elle cette étendue de moyens, d'où naît une émulation profitable aux Arts, & cette abondance de lumiéres qui en aſſure les progrès.

Cette aſſemblée particuliére fut donc le germe de la Société dont nous publions ici les premiers eſſais. Le projet en fut reçu avec un applaudiſſement général. Un grand nombre d'Amateurs de tout ordre s'unirent, par une ſouſcription, pour le réaliſer; & l'on vit, par un empreſſement ſi marqué, qu'on n'avoit fait que prévenir les vœux du public. C'eſt ſous ces heureux auſpices que l'Aſſemblée générale de la Société tint, ſous les yeux du Gouvernement, ſa premiere ſéance le 18 Avril 1776.

L'eſprit qui a fondé cette Société veille à ſon ſoutien. Chaque jour l'étend davantage. L'approbation publique qu'elle a obtenue, l'accueil qu'ont daigné lui faire des Sociétés déja célébres, l'enrégiſtrement de pluſieurs perſonnes diſtinguées au rang de ſes membres, & le fruit dont elle a eu le bonheur de voir couronner ſes premiers travaux, tout devient un nouvel encouragement pour elle, & un ſûr garant de ſon zèle & de ſes efforts.

L'origine de cette Inſtitution montre aſſez quel en eſt le but. Il s'agit d'exciter, par la voie de l'émulation, l'eſprit des Artiſtes aux obſervations & aux découvertes; d'appeller tous les nouveaux genres d'induſtrie qui peuvent ſe naturaliſer chez nous; de favoriſer des Etabliſſemens utiles; ſur-tout, de ſoutenir & d'accréditer nos

fabriques déja établies ; & de joindre, pour la gloire & le bien des Arts, les lumiéres du dehors à celles que nos propres recherches pourront nous fournir.

Entre nos manufactures, celle d'horlogerie tient le premier rang. Elle mérite donc principalement de nous occuper. On ſait combien nos habiles Maîtres ſe diſtinguent aujourd'hui dans cet Art ; & ils ſavent mieux que perſonne tout ce qui manque encore à ſa perfection. Repréſenter, par le mouvement d'une petite machine, la révolution parfaitement uniforme de notre terre ſur elle-même, malgré le concours d'une multitude de cauſes variables qui tendent à troubler la régularité de ce mouvement, c'eſt-là ſans-doute le chef-d'œuvre de la méchanique, & l'objet des plus longs travaux.

Principes, inſtrumens, matériaux, exécution, tout préſente ici des vices à corriger, des difficultés à vaincre. A l'imperfection naturelle de tous ces moyens, ſe joint l'imperfection même de nos organes. Ce ſont-là des obſtacles inſurmontables à une juſteſſe abſolue. En approcher du moins, autant que les bornes de l'art peuvent le permettre, eſt le but auquel nos Artiſtes doivent aſpirer ; & il reſte encore aſſez de matiére à nos encouragemens & à leurs recherches.

Tous les objets d'Economie rurale & domeſtique entrent dans nos vues. La nature ſi riche, en ces contrées, dans les tableaux qu'elle nous préſente, ne nous favoriſe pas de même dans ſes productions. Nos terres ſont peu fertiles ; & d'extrêmes variations dans la température de notre atmoſphère rendent caſuel leur foible rapport. C'eſt donc le cas de s'armer de toutes les reſſources de l'Agriculture pour combattre ces influences naturelles, & pour prévenir le découragement qui ſuit les travaux infructueux. En conſidérant combien le produit de nos campagnes eſt loin de ſuffire à notre conſommation, & combien il peut cependant en approcher par une culture mieux raiſonnée, on ſentira ce qu'un tel objet a d'intéreſſant pour une Société patriotique telle que la nôtre.

Quelques traits épars de lumiére, quoique raſſemblés avec ſoin, auroient été inſuffiſans pour le but auquel nous tendons. Rien ne nous a paru plus propre à l'atteindre, que la fondation d'Ecoles gratuites, où les Artiſtes puſſent s'éclairer de bonne heure ſur les vrais principes de leur art. Combien ne doit-on pas attendre plus de fruit de ces ſemences jettées à propos par des mains habiles, que du génie des Artiſtes abandonné à lui même & aux circonſtances ! Cet utile projet n'eſt pas loin d'être effectué. Nous avons déja fait l'ouverture d'un cours de Chymie appliquée aux Arts, & d'une Ecole de Deſſin d'après nature. Des leçons de Méchanique, particuliérement adaptées à l'horlogerie, ne tarderont pas à completter nos vues à cet égard.

Quant au Régime de notre Société, nous avons tâché de l'approprier à ſa nature & à ſes fonctions. Mais c'eſt à l'expérience à nous enſeigner quel eſt le meilleur que nous puiſſions ſuivre. Quoique nos Réglemens ayent déja ſubi pluſieurs corrections, nous n'oſons les croire aſſez parfaits pour les conſigner encore dans nos Mémoires; & nous attendrons, pour cet effet, qu'un plus long uſage puiſſe en garantir la ſtabilité. Il ſuffira, pour le préſent, de tracer notre Conſtitution élémentaire, telle qu'elle a été fixée dans l'Aſſemblée générale du 6 Mars 1777.

Toute perſonne de bonnes mœurs, ſoit de la ville, ſoit du dehors, peut être membre de la Société, moyennant la contribution annuelle de 12 L. de France, & l'engagement de payer cette ſomme pendant cinq années conſécutives, à l'expiration deſquelles on peut renouveller ſa cottiſation.

La Société comprend cinq Corps, qui ont chacun leur fonction particuliére; ſavoir, l'Aſſemblée générale de ſes Membres, les trois Comités qu'elle a établis, & l'Aſſemblée de ces Comités réunis. Le premier des Comités, dit *général*, eſt chargé des affaires proviſionnelles, & de tout ce qui concerne la police de la Société. Le ſecond a le département des Arts & des Manufactures. Le troiſiéme a celui de l'Economie, ſoit rurale, ſoit domeſtique, & des Profeſſions qui s'y rapportent.

Les principaux Officiers de la Société ſont, le Préſident de l'Aſſemblée générale, celui du Comité des Arts, celui du Comité d'Economie, le Tréſorier, & le Secrétaire. Une vingtaine d'autres Membres leur ſont adjoints, & compoſent dans leur répartition les différens Comités.

Toutes ces Elections ſont faites par l'Aſſemblée générale; mais ce ſont les trois Comités indifféremment qu'elle a chargés de la réception des Membres ordinaires.

La Société s'aggrége, en outre, ſans contribution, ſous le titre d'Aſſociés honoraires, les Savans ou Artiſtes célébres, domiciliés hors du Territoire de la République; & leur élection reſſort des trois Comités réunis.

Ce dernier Corps s'aſſemble réguliérement le premier Lundi de chaque mois, pour l'examen ſommaire de toutes les queſtions générales, rélatives à l'encouragement des Arts & de l'Economie; & renvoye aux Comités qui le compoſent les objets particuliers de leur département.

Les Comités ſont convoqués, ſelon le beſoin, par leurs Préſidens. Les queſtions qui leur ſont offertes, y ſont diſcutées; ils nomment des Commiſſions, quand le cas l'exige; & ſe déterminent après avoir ouï leur rapport.

La Société générale tient ſes Aſſemblées périodiques deux fois l'année, dans le mois d'Avril. Les Préſidens l'informent des travaux de leurs Comités reſpectifs pendant l'année ; les comptes rendus au Comité général par le Tréſorier ſont exhibés ; on procéde au renouvellement ou à la confirmation des offices ; on entend les propoſitions faites pour le bien de la Société ; & l'on s'occupe des objets rélatifs aux prix.

Après que l'Aſſemblée générale a déterminé le nombre & la nature de ces prix ; les Comités, chacun ſelon ſon département, s'emparent des queſtions recueillies pour cet objet ; & portent enſuite à cette Aſſemblée trois de ces queſtions pour chaque prix. Le choix en étant fait à la pluralité des voix, on les publie ; & perſonne n'eſt exclus du concours, ſinon les Membres des Comités, pour les queſtions ſeulement qui reſſortent du Comité dont ils ſont Membres.

Les Comités reſpectifs examinent, au tems preſcrit, les ouvrages envoyés au concours. Ce ſont eux qui adjugent définitivement le prix, quand il n'eſt queſtion que de Mémoires ; mais s'il s'agit de quelques productions de l'Art, c'eſt l'Aſſemblée générale qui en décide, après le rapport du Comité, & l'examen des piéces miſes ſous ſes yeux. Tous les prix ſont délivrés enfin publiquement ; & celui qui a remporté trois prix, devient membre ſurnumeraire de l'un des Comités à ſon choix, où il a voix délibérative.

Les Savans, les Artiſtes diſtingués, & tous ceux en général qui aiment les Arts, & qui s'intéreſſent aux ſuccès d'une Société fondée pour leur avancement, ſont invités à y concourir avec elle, en lui communiquant tout ce qu'ils jugeront propre à ce but ; certains de ſa reconnoiſſance, & de l'hommage public qu'elle ſe fera gloire de rendre à leurs ſervices & à leurs lumiéres.

MEMOIRE

De M. JEAN JAQUES PERRET,

Maître Coutelier à Paris, & Aſſocié Correſpondant de l'Académie des Sciences & Belles-Lettres de Béziers, qui a remporté le prix propoſé par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts, dans ſon Programme du 1. Juillet 1776.

Funes ceciderunt mihi in præclaris, etenim hæreditas mea præclara eſt.
Pſ. XV. ℣. 6.

QUESTION.

La bonté de la trempe dans l'Acier étant une qualité précieuſe, ſoit pour les ouvrages de l'Art, ſoit pour les outils des Artiſtes; & la bonté de cette trempe, dépendant en partie de l'acier dont on fait uſage; on demande :

1°. *Quelles ſont les différentes eſpèces d'acier, & à quels ſignes on peut les reconnoître & s'aſſurer de leur perfection: Quelles eſpèces ou quels mélanges d'acier il convient d'employer pour différens ouvrages, & ſpécialement pour ceux qui ſont énoncés dans le N°. 3. de cette queſtion: De quelle manière on doit préparer & travailler les différens Ouvrages, fabriqués avec ces aciers ou ces mélanges, pour les conduire juſques au moment de la trempe ſans altérer leur qualité.*

2°. *Quel ſeroit le cément ou l'enveloppe la plus convenable pour diſpoſer l'Acier à recevoir la meilleure trempe poſſible, & pour empêcher la diſſipation de ſon phlogiſtique, quand on le fait rougir pour le ſoumettre à la trempe.*

3°. *Comme cette trempe doit varier ſelon l'objet que l'ouvrier ſe propoſe, on demande les meilleurs moyens d'obtenir; 1°. la trempe ferme & dure, qui convient aux laminoirs, limes, burins, marteaux, coins de monnoie &c. 2°. la trempe moyenne convenable aux pièces frottantes de l'horlogerie, telles que cilindres, ou verges de balanciers, pignons, pièces de quadrature des répétitions, petits reſſorts &c. 3°. La trempe douce, particulièrement adaptée aux grands reſſorts de pendules & de montres.*

UNE SOCIÉTÉ d'Artiſtes & de Savants propoſe une queſtion importante; je veux eſſayer d'y répondre, avec cette ſimplicité qui ſeule peut orner le vrai. Je ſais que des hommes éclairés ſeront mes Juges; mais je ſais auſſi que c'eſt pour les Artiſtes que je dois écrire. S'il me faut faire des efforts pour en être bien entendu, j'eſpère auſſi qu'on me pardonnera la langue des Laboratoires que je ſuis forcé de parler.

La queſtion propoſée par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts, m'impoſe l'obligation de faire connoître l'Acier, de même que la maniére de le forger & de le tremper. Ces matiéres difficiles ont une utilité journaliére; & l'on ne ſauroit y répandre la lumiére ſans avancer les progrès des Arts, & ſans diminuer beaucoup les travaux, les tâtonnemens & les pertes que font les Artiſtes. Puiſſe l'amour des Hommes & des Arts me guider auſſi heureuſement dans mes recherches, qu'il m'a inſpiré d'ardeur pour les entreprendre, & qu'il m'a donné de conſtance pour les continuer!

La Société s'étant expliquée très-clairement dans ſon Programme, je répondrai auſſi exactement qu'il me ſera poſſible à ſes vues; & la diviſion de mon Mémoire ſera celle de ſa Queſtion.

PREMIERE PARTIE.

§. I. *Quelles ſont les différentes eſpèces d'Acier?*

On pourroit dire avec vérité qu'il y a preſque autant d'eſpèces différentes d'Acier, qu'il y a de Fabriques différentes où on le prépare. On voit au moins, dans le Commerce, des Aciers dont la livre ne coûte que cinq ou ſix ſols, tandis qu'il y en a d'autres dont la livre en vaut quarante: mais malgré la prodigieuſe diſtance qu'il y a dans le prix de ces différens Aciers, on n'a encore aucun moyen pour reconnoître les qualités qui les caractériſent; & l'Ouvrier n'eſt pas plus éclairé ſur ce qu'il achette, que le Marchand ſur ce qu'il vend.

Pour reconnoître les qualités qui déſignent les diverſes eſpèces d'Acier, il faudroit pouvoir fixer l'état de ce Métal, comme on fixe celui de l'Or, quand on dit qu'il eſt à un certain titre: on connoit ainſi parfaitement la nature de l'Or qu'on vend ou qu'on achette; & l'on connoîtroit de même parfaitement l'Acier, ſi l'on pouvoit déterminer exactement les différens degrés de ſon affinage.

Mais

Mais cette découverte précieuſe eſt encore à faire ; peut-être ſera-t-elle le fruit des travaux combinés du ſavant profond & de l'Artiſte expérimenté. Quoiqu'il en ſoit, l'Ouvrier choiſit toujours au hazard une matiére dont l'élaboration lui coûte beaucoup de peine, ſans qu'il ſoit ſûr d'en être dédommagé par des ſuccès.

Il y a certainement autant d'eſpèces d'Acier, qu'il y a de Fabriques où on le prépare, parce que dans chacune on le travaille ſuivant les idées de ſes Chefs ; & comme les manipulations ſont différentes, les réſultats doivent auſſi être différens. Il ſembleroit même que les Aciers des mêmes Fabriques ne ſont pas ſemblables dans tous les tems, & que pour l'ordinaire leur bonté diminue ſenſiblement, à meſure que les années s'écoulent. D'où vient donc cette différence ? Le Minéral qu'on employe a-t-il changé de nature ? Le Charbon, les Fourneaux varient-t-ils eſſentiellement ? Non certainement ; la Nature fournit dans le Fer, comme dans tous les autres Métaux une matiére qui eſt toujours ſemblable à elle-même ; les différences qu'on obſerve dans les différentes Mines de Fer viennent des corps étrangers qui lui ſont joints ; on peut aiſément les y reconnoître, & l'on juge aſſez ſûrement de leur influence ſur les propriétés de ce Métal. Il y a plus, le Charbon peut être le même ; on peut le brûler dans le même Fourneau, y traiter la même quantité du même Fer ; & l'on peut obtenir, une fois par ces mêmes procédés, un Fer très-doux, & une autre fois un Fer aigre & dur. D'où vient cette différence ? Il paroît clairement qu'une chaleur plus ou moins vive, ou plus ou moins longue, peut en être la cauſe ; on ne ſauroit au moins voir ici d'autres agents qui puiſſent produire ces effets variés.

Il n'eſt donc pas ſurprenant que la qualité des Aciers ne ſoit pas conſtamment la même dans les mêmes Fabriques. Le premier chef d'une fabrique, jaloux de ſa réputation, & éclairé par le flambeau de l'expérience & de la Théorie, apportera les ſoins les plus ſcrupuleux pour fabriquer toujours de l'excellent Acier ; il réuſſira, parce que le travail & le ſavoir ont ordinairement des ſuccès ; ſa Fabrique s'illuſtrera, mais la mort de ce Chef intelligent ſera le tombeau de la gloire de cette Fabrique, ſi elle ne trouve pas un nouveau Chef qui ait recueilli ſoigneuſement les procédés de ſon prédéceſſeur, & s'il n'eſt pas en état de les faire exactement mettre en pratique. C'eſt ſans-doute de cette maniére que les Aciers de Styrie & de Carinthie devinrent moins bons à la fin du ſiécle paſſé, qu'ils reprirent de la célébrité au commencement de celui-ci, & qu'ils la perdirent de nouveau depuis 1735. Les Aciers d'Allemagne éprouvent les mêmes altérations. Je ne puis en excepter l'Acier fondu d'Angleterre, ou celui qui porte ce nom & qu'on connoît depuis 1750 : il étoit alors

ſi pur, qu'il falloit une main habile pour le forger, & ſur-tout beaucoup d'expérience pour le chauffer comme il faut; mais tous les Artiſtes qui l'ont employé conſtamment depuis cette époque, s'apperçoivent qu'il n'eſt plus ſi parfait. Il me paroît néceſſaire de faire connoître les différentes eſpèces d'Acier dont on peut ſe ſervir, & de les ranger par ordre, chacun ſelon ſa valeur.

Il n'y a en général que deux eſpèces d'Acier, ſavoir l'Acier *naturel* & l'Acier *factice*. Le premier ſe fait dans le Creuſet ou dans le Fourneau, par le moyen d'une eſpèce de fuſion. Le ſecond eſt un Fer changé en Acier par la Cémentation: les différences qu'on obſerve enſuite dans les Aciers de ces deux Claſſes, ſont l'effet des procédés différens qu'on employe pour les préparer. Je n'entre pas ici dans de plus grands détails, parce qu'on ne me demande pas la maniére de faire l'Acier, mais ſeulement les caractères propres à reconnoître le bon Acier, & les meilleurs moyens de s'en ſervir utilement.

L'ACIER DE DAMAS EN SYRIE ſemble devoir tenir le premier rang; mais il eſt impoſſible de le diſtinguer par l'inſpection ſeule d'un Barreau forgé.

L'ACIER FONDU D'ANGLETERRE eſt ſans contredit le plus bel Acier qu'il y ait dans le commerce; il eſt le plus dur, le plus compact & le plus homogène; on le reconnoît aiſément à l'œil, 1°. parce que ſi l'on caſſe à froid un barreau de cet Acier qui n'ait pas été trempé, ſon grain ſera auſſi beau que le grain de divers Aciers trempés. 2°. Ses barreaux ſont ſi bien forgés & martelés, qu'on a cru long-tems qu'ils étoient laminés. 3°. Les barreaux de l'Acier fondu ont environ trois pieds de longueur: ceux D'HUTHMANT ont les deux bouts amincis, comme ſi l'on vouloit les paſſer à la filiére; mais les barreaux de MARTIAL ſont ſimplement caſſés. Cet Acier ſe vend 28 à 30 ſols la livre. HUTHMANT & MARTIAL ſont les noms des Auteurs des fabriques où l'on travaille l'Acier fondu en Angleterre.

Il faut obſerver ici que les Anglois ont ſi bien gardé le ſecret ſur la fabrique de l'Acier fondu, qu'il eſt impoſſible de ſavoir ſi cet Acier eſt naturel ou cémenté; cependant, comme il faut tremper cet Acier à la couleur de roſe, on pourroit croire qu'il eſt cémenté, parce que tous les Aciers cémentés ſe trempent à cette couleur; mais ſi l'on fait attention à ſon homogénéité, à ſa netteté, à la beauté de ſes ſurfaces, on ne ſauroit croire qu'un Cément puiſſe agir avec tant d'efficace. Je ſoupçonne donc qu'il prend ſes bonnes qualités dans le Creuſet, & qu'il eſt par conſéquent fondu; mais j'ignore les moyens qu'on employe pour le fondre. Auſſi toutes les fois que je parlerai d'Acier naturel, je ne parlerai point de l'Acier fondu, qui doit faire, ſuivant ma façon de penſer, une claſſe particuliére.

L'ACIER POULE OU BOURSOUFLÉ tient la ſeconde place ; on ſait ſûrement qu'il eſt un Acier cémenté : il ſe fabrique à Newcaſtle ; on le trouve dans le commerce ſous la forme de barres qui ont trois pouces de largeur, cinq ou ſix lignes d'épaiſſeur, & cinq ou ſix pieds de longueur ; ſes ſurfaces ſont parſemées de bourſouflures ou d'ampoules, quand on le ſort du Fourneau de converſion. Cet Acier eſt caſſant ; il offre à l'endroit où il a été caſſé des lames larges & brillantes comme le Fer aigre ; on y trouve même des bourſouflures, dont les cavités ſont grandes & profondes, & dont l'intérieur a une couleur noire ; mais en chauffant ſimplement la barre juſqu'à la rendre rouge, & en la forgeant, ces bourſouflures s'applatiſſent & ſe réuniſſent auſſi intimément que ſi elles avoient été ſoudées par une Chaude ſuante. La livre de cet Acier ſe vend douze ſols.

On trouve chez les Marchands un autre Acier, dont les barres ont douze ou quinze pieds de longueur, neuf ou dix lignes de largeur & trois ou quatre lignes d'épaiſſeur ; mais, quoiqu'il paroiſſe différent du précédent, il n'eſt cependant qu'un Acier bourſouflé, qui a été à la vérité forgé & étiré pour lui donner ces dimenſions. Il ſe caſſe net ſans avoir été trempé ; ſon grain eſt très-beau : la livre de cet Acier ſe vend dix-huit ou vingt ſols.

Avant qu'on eut les Aciers d'Angleterre, les ACIERS D'ALLEMAGNE & ſur-tout CEUX DE STYRIE ET DE CARINTHIE tenoient le premier rang ; & ils le tiendroient peut-être toujours, s'ils s'étoient autant perfectionnés, qu'ils ont perdu de leur première bonté. Les Aciers d'Allemagne & de Suéde ſont tranſportés en barrils ; les Barreaux ont deux ou trois pieds de longueur, ſept ou huit lignes de largeur, & trois ou quatre lignes d'épaiſſeur ; ils ſont forgés avec beaucoup de négligence ; l'épaiſſeur & la largeur varient dans le même barreau, & l'on y obſerve la marque de tous les coups du marteau : mais on reconnoîtra encore mieux ces Aciers, parce qu'on trouvera un grand nombre de ſes barreaux caſſés dans leurs barrils, ce qui eſt occaſionné par la fragilité que leur donne la trempe qu'ils ont reçue. Si l'on examine la caſſure de cet Acier, on lui trouvera un grain blanc autour des ſurfaces, tandis qu'il eſt bleu, violet, ou pourpre vers le centre du Barreau ; ce qui lui a fait donner le nom d'*Acier à la Roſe.*

Pluſieurs Ouvriers regardent cette Roſe comme une marque de la bonté de l'Acier ; & les Marchands ſe prévalent de leur opinion pour le vendre plus cher ; cependant, quand on y fait attention, il paroît clairement que cette Roſe eſt un vice de l'Acier ; & qu'elle devroit faire écarter celui qui porte cette marque, quand on veut l'employer à des ouvrages qui demandent un Acier bien choiſi.

On ne voyoit autrefois cette Roſe que dans l'Acier de Styrie ; & comme l'Acier de Styrie étoit le plus célébre, on a cherché dans toutes les Forges d'Allemagne à l'imiter ; c'eſt pour cela que preſque tous les Aciers Allemands marquent la Roſe, & qu'on ne peut s'aſſurer d'avoir du véritable Acier de Styrie, que lorſqu'on le tire de *Federberg* par le moyen d'un Négociant fidèle.

L'Acier qu'on appelle ETOFFE DE PONT ſuit l'Acier à la Roſe ou l'Acier d'Allemagne : il eſt marqué de ſept Etoiles placées dans un cercle, & porte le nom de *Franſen.* On en voit un autre ſemblable, ſur les barreaux duquel eſt empreinte la figure d'une Ancre : ces deux eſpèces différent peu quant à leurs qualités ; la forme de leurs barreaux eſt la même ; ils ont quelquefois dix à douze pieds de longueur, & ſouvent ils n'ont que trois pieds ; leur épaiſſeur & leur largeur varient ſuivant le deſir des Artiſtes qui les travaillent ; on peut leur donner les diverſes groſſeurs renfermées entre quatre lignes & trois pouces. La livre du premier ſe vend onze à douze ſols ; la livre du ſecond coûte un ſol de plus, mais il eſt forgé avec un plus grand ſoin.

On trouve encore une eſpèce d'Acier fabriqué en *Hongrie*, marqué d'une feuille de Chêne, & envoyé en paquets de quatre ou cinq barreaux, liés enſemble par deux liens de Fer ; ces barreaux ſont de diverſes groſſeurs, mais communément ils ont un pouce en quarré. La livre de cet Acier ſe vend douze ſols.

LES ACIERS DU PIEMONT ET LES ACIERS FRANÇOIS ; ſavoir ceux de Rives, du Dauphiné, de la Bourgogne, & du pays de Foix ſont en forme de billes trempées, elles ont quatre, ſix ou huit pouces de longueur ; ces Aciers n'ont pas dégénéré ; il eſt fâcheux que les premiers Entrepreneurs n'ayent pas d'abord cherché à les rendre plus parfaits.

Je ne parlerai point des Aciers que Mr. le Comte de Buffon, Mr. le Duc de Charrot & d'autres ont cherché à rendre plus parfaits, parce qu'ils ont tous encore des défauts qui rendent leur uſage dangereux dans les Arts. Ces défauts ne ſont cependant pas ſans remède ; & les Mines qui fourniſſent ce mauvais Acier, attendent peut-être ſeulement un Artiſte éclairé pour en faire un Acier excellent.

Parmi les Aciers françois, je diſtingue celui qu'on fabrique près de *Nevers* : il n'eſt pas cependant ſans défaut, mais il a d'excellentes qualités : il eſt marqué d'une N fleurdéliſée, & porte le nom de *Néronville.* Les Chefs de cette fabrique cherchent à perfectionner l'Acier qu'ils font ; ils le forgent de maniére à imiter la propriété de l'Acier fondu, & ils forgent, pour la commodité des Artiſtes, les morceaux d'Acier, ſelon la longueur, la largeur & l'épaiſſeur qui leur eſt preſcrite.

Après avoir ainſi parcouru les diverſes eſpèces d'Acier ; après avoir enſeigné les moyens de les diſtinguer par la ſeule inſpection de leur extérieur ; après avoir parlé des Fabriques où ils ſe travaillent, je paſſe à l'examen du grain de l'Acier, de ſon corps & de ſa beauté ; je m'attacherai ſur-tout à fournir des ſignes certains pour apprécier la bonté & les défauts de ces divers Aciers.

§. II. *Signes de la bonté des divers Aciers.*

On ne peut diſtinguer à l'œil un barreau d'Acier de Damas lorſqu'il eſt brut : il faut le mettre au feu par un bout, lui donner une chaude graſſe, s'il peut la ſupporter, l'applatir, le battre un peu à froid & le tremper ; après cela, on polit une de ſes ſurfaces, on la mouille avec de l'eau forte ; au bout de deux ou trois minutes, on lave cette ſurface dans l'eau pure, enſuite on l'eſſuye ; alors ſi l'Acier eſt de Damas, on y verra ſerpenter des veines d'une couleur griſe plus ou moins foncée, & même noirâtre : ces veines s'appellent *Fleurs de Damas.*

J'ai dit qu'il falloit donner à cet Acier une chaude graſſe, s'il pouvoit la ſupporter : je m'explique, le vrai Damas naturel ne peut ſe forger, que lorſqu'on le chauffe à la couleur de ceriſe, deſorte que s'il ſouffre cette chaude, il n'eſt point un Acier de Damas : outre cela il faut obſerver, que les barreaux de cet Acier ſont très-rares en Europe. Les Turcs ne laiſſent ſortir cet Acier que quand il a été fabriqué. On en fait les Glaives, les Sabres & les Couteaux que les Orientaux portent à leur ceinture.

En général cet Acier n'a pas la même dureté dans tous les points de ſa ſurface, on y voit une multitude de veines de fer qui y ſerpentent ; on les obſerve même ſur les tranchants.

On eſt parvenu en France à imiter le Damas naturel ; & quand cette eſpèce d'Acier eſt préparée par une main habile, cet Acier eſt ſupérieur à celui qui lui ſert de modèle. Voici les procédés qu'on ſuit dans cette opération.

Le Damas naturel paroît fait dans le Creuſet ; les grains d'Acier y ſont ſoudés aux grains de Fer, mais l'Acier & le Fer gardent leur nature particuliére dans cette union ; l'Acier y eſt dur & le Fer mol, deſorte que les tranchants qu'on en fait, n'ont pas une dureté égale dans toute leur étendue. Le Damas factice eſt exemt de ce défaut : voici ſa compoſition.

On forge huit lames d'Acier qui ont un pied de longueur, un pouce de largeur, & une ligne d'épaiſſeur ; on forge outre cela cinq lames de Fer doux, & quatre lames de Fer aigre, de même forme que

les premiéres ; après cela, on place avec le plus grand ſoin chacune de ces lames l'une ſur l'autre dans l'ordre ſuivant : d'abord on prend une lame de Fer doux, on la couvre avec une lame d'Acier ; enſuite on met ſur celle-ci une lame de Fer aigre, on couvre cette derniere avec une lame d'Acier ; on place ſur elle une lame de Fer doux, puis une nouvelle lame d'Acier ; & ainſi de ſuite, juſqu'à la dix-ſeptiéme qui ſera une lame de Fer doux ; on ſaiſit ce paquet de lames avec les machoires d'une Tenaille ; on le porte au feu, & on ſoude toutes ces lames ſans les ſurchauffer ; on n'étire pas cette maſſe de maniére à la rendre parfaitement carrée, mais un peu méplate ; alors on fait tout chauffer à blanc ; on met un des bouts du barreau dans un fort Etau ; on ſaiſit l'autre avec de bonnes Tenailles, & on le tord en forme de Vis ; on l'applatit enſuite à chaud ; on le forge juſqu'à ce que le barreau ſoit réduit à neuf ou dix lignes de largeur, & à trois ou quatre d'épaiſſeur ; après cela, on le coupe en deux parties égales : cette préparation donne ce qu'on appelle *la Couverture.*

Quand la couverture eſt achevée, on forge une lame d'Acier de Styrie, de maniére qu'elle ait deux lignes d'épaiſſeur, & que ſa largeur & ſa longueur ſoient égales à la couverture ; mais il faut bien choiſir cet Acier, & s'aſſurer de ſa netteté & de ſa bonté ; on met cette lame d'Acier entre deux barreaux de la couverture que je viens de décrire ; on ſaiſit ces trois piéces avec des Tenailles, on les porte au feu, on les ſoude avec la plus grande précaution ; on les étire enſuite, juſqu'à ce qu'on ait donné à ce nouveau Tout la groſſeur convenable pour la piéce qu'on prépare. Ce procédé exécuté avec ſoin, forme ce qu'on appelle *Etoffe de Damas* ; la lame d'Acier placée dans le milieu fera le tranchant de l'inſtrument pour lequel on l'employera ; & par le moyen d'une bonne trempe, ce tranchant ſera d'une dureté uniforme dans toute ſa longueur. D'un autre côté, la couverture, qui eſt compoſée dans chacun des côtés de dix-ſept lames, donnera à cet inſtrument une grande ténacité, qui le rendra capable de réſiſter aux plus grands efforts. Un Eſſieu de voiture fait ſur ces principes, plieroit plutôt que de rompre, & ſeroit en état de porter les plus lourds fardeaux.

Il faut un œil bien exercé pour diſtinguer le Damas naturel du Damas factice ; cependant on obſerve que les veines du ſecond ſont plus groſſes, & qu'il n'y en a point ſur les tranchants qui en ſont faits, tandis que le premier eſt ſemé par-tout de petites veines qui reſſemblent à des grains. Il eſt facile à comprendre qu'on ne peut bien obſerver ces veines, que lorſque les ſurfaces ont été couvertes d'eau forte, ou frottées avec l'écorce d'un citron ; alors chaque matiére prend ſa couleur ; l'Acier ſe colore en noir bleuâtre, le Fer doux en gris foncé, & le Fer aigre en gris blanc.

Il y a des Aciers de Damas bons & mauvais. Si un tranchant fait avec cet Acier a de la force & quelque rondeur, alors, un coup appliqué fortement avec ce tranchant, le fera pénétrer dans un barreau de Fer doux; mais ſi le tranchant eſt fin, il ne réſiſtera pas même au bois; il s'ébréchera dans les endroits où ſe trouveront les grains d'Acier, tandis que le même effort fera plier les places où ſera le Fer : c'eſt ce qui rend le Damas factice bien ſupérieur au naturel, puiſque ſon tranchant eſt par-tout également dur.

On ſe tromperoit beaucoup, ſi l'on croyoit l'Acier de Damas bon pour tous les ouvrages; le plus fin ne peut ſervir que pour faire un Sabre, une Epée, un Couteau de chaſſe, de poche, de cuiſine, en un mot tous les inſtrumens tranchants deſtinés à de grands efforts; mais il ſeroit le moins propre pour les piéces frottantes de l'Horlogerie, qui exigent une matiére très-homogène & également dure.

On ne ſauroit décider par la ſeule inſpection, ſi un barreau d'Acier eſt bon, ſi ſon grain eſt fin, ſi la matiére eſt homogène, & ſi elle a du corps. Il faut encore le ſoumettre à l'épreuve du Feu, à la percuſſion du Marteau, à la Trempe, à la Meule, au Poli & à l'action d'une bonne Lime : tels ſont les moyens les plus ſûrs pour porter un jugement ſolide ſur la bonté de l'Acier. Je n'ai rien dit de l'uſage des pierres précieuſes que Mr. de Reaumur indique pour ſonder la dureté des diverſes eſpèces d'Acier, mais leurs différentes impreſſions ſont trompeuſes; les Ouvriers ne pourroient pas facilement ſe pourvoir de Topaſes, de Saphirs & de Rubis, & ils ſeroient bornés à la Pierre à fuſil qui eſt la premiere qui leur ſoit preſcrite : d'ailleurs on a des méthodes plus ſûres pour eſtimer la dureté de l'Acier.

Voici ce qu'on peut attendre des différens moyens que je viens de propoſer pour connoître l'Acier. Le *Feu* indique le degré de chaleur que l'Acier peut ſupporter pour être ſoudé. Le *Marteau* enſeigne ſi l'Acier eſt dur, s'il a du corps, s'il peut ſe marteler à chaud & à froid, & juſqu'à quel point il ſupportera la percuſſion ſans ſe gercer ni ſe caſſer. La *Trempe* apprend le degré de chaleur qu'il doit éprouver pour ſe durcir, elle dévoile la fineſſe du grain, elle découvre les veines de Fer qui s'y trouvent, & montre ſi l'Acier eſt homogène. La *Meule* & le *Poli*, en dépouillant les ſurfaces, mettent au jour la netteté de la matiére & font voir des veines de Fer, des ſaletés, des fibres longitudinales & ſerpentantes, des filandres & des cendrures, qu'on ne ſauroit appercevoir à la caſſure du barreau. Enfin la *Lime* décide ſi l'Acier eſt également dur par-tout.

Après avoir poſé ces principes, il n'y a qu'à prendre un barreau de chaque eſpèce d'Acier, le mettre au feu, le chauffer à blanc, le tremper dans le ſable fin ou dans du grès pilé, & le remettre promp-

tement au feu pour achever de lui donner une chaude ſuante. Alors on le porte ſur l'enclume ; on le martelle d'abord à petits coups accelérés ; on forme carrément le bout en pointe pyramidale, & on le frappe juſqu'à ce qu'il ne ſoit plus rouge : en l'écrouïſſant ainſi, on obtient un grain plus fin, & l'on peut mieux juger ſon tiſſu ; après cela, on le fait rougir encore au feu & on le trempe.

On doit être bien attentif à chauffer convenablement la pointe pyramidale de ce barreau qu'on veut tremper ; ſon extrêmité doit être preſque chauffée à blanc, la partie qui ſuit à une nuance de moins, la partie qui avoiſine cette derniére à une nuance encore inférieure à la couleur de roſe, plus bas à la couleur de ceriſe ; & enfin de nuances en nuances, on deſcendra juſqu'à la couleur noire : alors on plonge le barreau dans une eau claire & froide, & on la promène lentement dans le vaiſſeau qui la contient pour y éteindre l'Acier avec la plus grande promptitude.

Après avoir ainſi forgé & trempé les barreaux qu'on veut éprouver, il faut les émoudre ſur la meule d'un Coutelier, pour emporter les traces du feu & du marteau, de même que les ſaletés qu'il peut y avoir ; alors on polit à l'émeril ce métal qui eſt pur, enſuite on le paſſe au fin, même à la potée ; tous ces procédés ſont importans, parce que mieux l'Acier eſt poli, plus il eſt facile de connoître ſes défauts. Il faut obſerver que pour l'uſage de l'Acier dans les Arts, les procédés chymiques ne fourniſſent aucun moyen qui donne une connoiſſance ſolide & exacte de ce métal ; au lieu que le moyen que je propoſe peut ſervir dans tous les cas avec ſuccès, comme on pourra s'en convaincre par les détails où je vais entrer, en appliquant cette méthode à tous les Aciers connus. Je ne dirai plus rien de l'Acier de Damas, parce que j'ai expliqué ſuffiſamment en quoi conſiſtent ſes qualités eſſentielles.

Si l'on caſſe le petit bout trempé à blanc d'un barreau D'ACIER FONDU D'ANGLETERRE, préparé ſuivant la méthode que j'ai décrite, on lui trouvera un grain blanc, gros, ouvert & brillant ; la violence du feu en a ſéparé les molécules, d'où il réſulte que cette trempe ne ſauroit convenir à cet Acier. Mais ſi l'on caſſe plus bas le même barreau, dans l'endroit où il a été trempé lorſqu'il étoit rougi à la couleur de roſe, le grain ſera moins blanc, plus fin, plus ſerré & ſans brillant. Si on le caſſe encore plus bas, là où il a été trempé à la couleur de ceriſe, on trouvera le grain encore plus gris, plus fin & plus beau. Mais pour n'être pas trompé par l'apparence, il faut ſonder ſi le métal eſt auſſi dur à l'endroit trempé à la couleur de ceriſe, qu'à l'endroit trempé à la couleur de roſe ; cependant comme l'Acier fondu eſt plus dur lorſqu'il eſt trempé à la couleur de roſe,

il

il eſt clair qu'il faut le tremper à cette couleur, quand on voudra lui donner toute la dureté qu'il peut avoir.

Mais comme l'Acier eſt d'autant plus caſſant qu'il eſt plus dur, il importe beaucoup de ſavoir l'uſage qu'on veut faire de l'Acier, pour décider plus ſûrement l'eſpèce de trempe qu'on doit lui donner. En conſéquence, ſi l'Acier qu'on prépare eſt expoſé à des ſecouſſes ou à des chocs, s'il doit agir comme un corps élaſtique, alors il importe bien plus de lui donner du nerf & du corps que de la dureté. Il ſembleroit donc qu'un Artiſte expérimenté & adroit pourroit par ce principe rendre le même Acier propre à tous les ouvrages qu'on peut faire avec ce métal. Cependant, comme chaque eſpèce d'Acier a des qualités qui lui ſont propres, il eſt plus ſûr & plus facile de choiſir celle qui convient le mieux pour l'ouvrage qu'on veut fabriquer.

On s'aſſure de la dureté de l'Acier fondu par le moyen des limes bâtardes à grain fin & des burins à tranchant court & vif, qui ont été trempés bien durs.

L'examen des ſurfaces polies de l'Acier fondu offre pluſieurs obſervations importantes, ſi l'Acier eſt *piqueté* ou *cendreux*, on voit ſa ſurface parſemée de pluſieurs petits trous; ces cendrures ne ſont pas toujours naturelles à l'Acier; elles peuvent être l'effet d'une chaleur trop forte, ce qui doit faire éviter ſoigneuſement de ſurchauffer l'Acier dans les Chaudes d'eſſai.

L'Acier eſt *fibreux* ou *filandreux*, lorſqu'il offre des filamens noirâtres & longitudinaux : c'eſt un défaut capital dans l'Acier. Si après avoir fait des efforts pour bien ſouder ce Métal, on y obſerve toujours des Pailles ou des Veines, alors on doit être aſſuré qu'il n'eſt pas purifié comme il devroit l'être, & l'on ne doit pas s'en ſervir pour des ouvrages fins ou précieux. Tous les Aciers ſont plus ou moins cendreux ou filandreux; l'Acier fondu d'Angleterre qui eſt le plus homogène & le plus compact, eſt auſſi le moins ſujet à ces défauts. On doit comprendre à préſent combien le degré de poli dont l'Acier eſt ſuſceptible, doit ſervir pour faire connoître ſa bonté & ſa pureté.

L'Acier fondu d'Angleterre eſt moins parfait qu'autrefois, comme je l'ai déja dit; on remarque dans pluſieurs barreaux lorſqu'ils ſont polis, des nuages plus ſombres que le reſte de la matiére; & ſi l'on préſente à ces nuages la pointe d'un Burin trempé dur, on ſentira bientôt que ces endroits ſont plus mols que les autres. Quelquefois encore on trouve des barreaux qui ont quelques pailles; alors on ne ſauroit les ſouder ſeuls, mais ces barreaux ſont rares.

On ne peut ſouder l'Acier fondu avec du Fer; il ne peut s'allier qu'avec de l'Acier, & il faut encore employer beaucoup de précautions. Cette propriété n'eſt point un défaut, ſur-tout en Coutellerie;

plus l'Acier eſt pur, fin & parfait, plus il craint le feu, & plus il eſt difficile à ſouder; cela eſt ſi vrai, que les fins Aciers de Styrie, de la Carinthie & du Tirol ne ſe laiſſent pas traiter plus facilement que l'Acier fondu, quand on veut les allier avec du Fer.

Il réſulte de tout ce que j'ai dit ſur l'Acier fondu d'Angleterre, que cet Acier eſt propre aux piéces de Quadracture; qu'il convient ſur-tout aux Outils qui exigent une grande dureté & un beau poli, comme les Bruniſſoirs pour brillanter les Métaux, les Aliſoirs des Horlogers, les Ebarboirs des Graveurs, les Burins, les Echopes & Grattoirs; il faut l'employer encore pour les Bijoux d'Acier qui demandent des ſurfaces nettes & brillantes, & dont le Poli fait le plus bel ornement. Cet Acier eſt encore le meilleur pour faire les tranchants fins, comme ceux des Lancettes, Raſoirs, Biſtouris, Lithotomes, &c.; mais il ne faut pas l'employer aux outils de Charronage & d'Agriculture, parce qu'il ne peut s'allier avec le Fer.

Après tous ces détails inſtructifs qui peuvent ſervir pour l'examen des autres Aciers, je me bornerai à faire connoître leur qualité & leurs uſages.

L'ACIER POULE OU BOURSOUFLÉ eſt le plus net après l'Acier fondu; ſon grain n'eſt pas tout-à-fait auſſi fin, ſes ſurfaces ne ſont pas auſſi belles, on y voit quelques fibres, mais elles ſont peu nombreuſes : il a plus de corps que l'Acier fondu & ſe caſſe moins facilement.

Cet Acier eſt le plus propre pour remplacer l'Acier fondu; on peut l'employer auſſi à des ouvrages fins & délicats. On fabrique ſur-tout en Angleterre avec cet Acier les Limes & les Rapes : il ſupporte aſſez bien le feu pour pouvoir ſe marier avec des Aciers inférieurs; & l'on parviendra même à le ſouder avec du Fer, ſi l'on obſerve quelques précautions. Cette propriété le rend propre pour les Laminoirs, les Coins de monnoye, les Etampes, les Marteaux &c. C'eſt ſans contredit le meilleur Acier pour les Reſſorts des montres. Cependant, s'il acquiert une dureté preſque égale à celle de l'Acier fondu, il eſt couvert d'un plus grand nombre de nuages. Sa couleur favorite pour la trempe, eſt la couleur de Roſe ou de Ceriſe clair. (*)

L'ACIER DE STYRIE eſt un Acier naturel; il eſt ſoumis trois ou quatre fois à la fonte & à l'affinage. Cet Acier a le grain uni, ſerré, & auſſi beau qu'on puiſſe le deſirer; mais ſes ſurfaces, lorſqu'elles ont été polies, offrent des fibres, des filandres, des cendrures; ce qui l'empêche de prendre un beau poli, & ce qui annonce que la

(*) La préférence que les Artiſtes de Genève donnent toujours avec raiſon à l'Acier anglois pour les Quadractures & pour les Reſſorts, leur rend moins importantes les réflexions de l'Auteur du Mémoire ſur le choix des différens Aciers propres à ces parties de l'Horlogerie.

matiére qui le forme n'eſt pas homogène. Mais il eſt ſur-tout chargé de veines de Fer ; on les apperçoit aiſément à la caſſure au moyen d'une Loupe & à l'œil nud ; on les apperçoit encore au premier coup d'œil ſur les ſurfaces polies.

Tous les morceaux du même baſril ne ſont pas ſi fibreux ou ſi cendreux ; mais il y en a communément trois ou quatre ſur trente, quelquefois moins & ſouvent plus ; au reſte ces défauts lui ſont communs avec tous les Aciers naturels.

Cet Acier eſt très-dur, il porte mieux le recuit que l'Acier fondu d'Angleterre ; car ſi l'on prend deux outils ſemblables, dont l'un ſera fait d'Acier anglois & l'autre d'Acier de Styrie ; & que l'on trempe chacun à la couleur qui lui convient le mieux ; ſi on les revient enſuite tous les deux à la couleur d'or, l'outil fait avec l'Acier de Styrie réſiſtera trois fois plus que l'outil d'Acier anglois. Mais ſi l'on revient l'outil d'Acier fondu à la couleur paille, en laiſſant l'autre à la couleur d'or, ils auront alors une force à-peu-près égale. Ce qui prouve que l'Acier anglois doit être employé pour les ouvrages fins & délicats, tandis que l'Acier de Styrie, qui a plus de corps, doit être réſervé pour les ouvrages qui demandent de la ténacité & de la force. Les meilleures limes d'Allemagne ſont faites avec l'Acier de Styrie ; ſa couleur favorite pour la trempe eſt la couleur de Ceriſe.

L'Acier de Carinthie eſt preſque ſemblable à celui de Styrie, de même que l'Acier du Tirol ; deſorte que je ne peux me diſpenſer d'en parler d'une maniére particuliére. J'obſerverai ſeulement que comme ces Aciers ſont des Aciers naturels, ils ſont très-durs, très-ténaces, & ils peuvent être revenus après la trempe ; mais ils ſont auſſi tous cendreux, filandreux & ſemés de veines ferrugineuſes. Ces Aciers ne ſauroient être employés pour les ouvrages précieux, mais ils ſont excellens pour les ouvrages qui demandent un Métal plus dur que le Fer ; on les employe utilement pour les Reſſorts de voiture, & on pourroit à rigueur les faire ſervir pour les Horloges de Clochers.

J'ai dit que les barreaux marqués de ce qu'on appelle la *Roſe* ne ſont pas des barreaux à choiſir, mais que cette Roſe annonce plutôt un défaut qu'une qualité ; & je vais le prouver. Si l'on prend un barreau qui marque la Roſe à la caſſure, & qu'on donne à ſon extrêmité la chaude d'épreuve dont j'ai parlé ; ſi l'on caſſe enſuite cette extrêmité après l'avoir trempée, l'on n'appercevra plus la marque de la Roſe ; le grain de cette extrêmité ſera ſemblable au grain des autres barreaux qui n'ont pas cette marque, & leur tiſſure ſera parfaitement la même. Cette Roſe eſt donc purement accidentelle : en voici la cauſe.

Pour faire l'Acier en Styrie, on fond la mine, on bat le bloc au Martinet ; à chaque Chaude on le trempe dans l'eau bien froide ; il

reçoit ainſi au moins trois Chaudes & trois Trempes. La mine n'eſt entiérement convertie en Acier qu'à la troiſiéme Chaude ; ſouvent même ces trois Chaudes ne ſuffiſent pas ; on en donne alors une quatriéme & quelquefois davantage.

Il faut obſerver à préſent que les groſſes piéces d'Acier forgées ainſi par un fort Martinet doivent être rougies à blanc dans l'intérieur, tandis que leurs ſurfaces ſont ſeulement rouges : que doit-il arriver quand on les plonge dans une eau fraiche pendant qu'elles ſont dans cet état ? La chaleur ſe concentre dans ces piéces, à meſure que leur volume diminue par le réfroidiſſement ; alors il ſe fait des éclats ; l'eau pénétre dans la piéce en paſſant au travers des fentes faites par ces éclats, & elle forme cette couleur bleue, violette & pourpre qu'on y obſerve, & qui varie ſuivant la quantité d'eau qui a pénétré cette maſſe.

On ne ſauroit douter de la réalité de l'éclat dont je parle ; l'Acier qui caſſe à la trempe, annonce ſes caſſures par autant de tintemens. Mais il y a plus, la marque de la Roſe ne ſe trouve que dans les caſſures faites pendant la trempe ; car ſi l'on prend un barreau d'Acier ; & ſi en le frappant avec un morceau de Fer, il ne ſonne pas le *Ka*, on peut être ſûr qu'il n'offrira la marque de la Roſe dans aucune de ſes caſſures ; tandis qu'un barreau qui ſonnera le *Ka*, offrira une Roſe dans la caſſure, faite en le rompant ſur un inſtrument où il porte à faux.

Après cela, peut-on croire qu'un Acier qui a éprouvé tant de caſſures naturelles, & qui vraiſemblablement eſt plus expoſé à cauſe de cela que tout autre à éclater lorſqu'on le trempera, peut-on croire, dis-je, qu'il ſoit ſeulement propre aux ouvrages délicats & précieux ? Je crois qu'il ne peut ſervir que pour les inſtrumens du Charronage, de la Menuiſerie, de la Sculpture & de l'Agriculture, pour des Coupe-rets & des Hachoirs de cuiſine. C'eſt encore avec cet Acier qu'on fabrique en Allemagne tous les outils qui ſe répandent dans l'Europe. Mais j'ajouterai que cet Acier ne ſauroit ſervir pour des reſſorts de voiture ; & l'on préviendroit bien des accidens, ſi l'on prenoit le parti de n'en faire aucun uſage, même pour ces choſes.

L'Acier d'Allemagne appellé ETOFFE DE PONT, ſoit qu'il ſe trouve marqué aux ſept Etoiles ou à l'Ancre ; (je ne diſtingue pas ces deux eſpèces d'Acier, parce qu'elles ſont preſque ſemblables,) cet Acier préſente un grain aſſez beau à ſa caſſure, mais ſa ſurface offre plus de cendres & de flandres que celle de l'Acier de Styrie. On ſe ſert de cet Acier pour les reſſorts de Pendules ; mais il n'eſt pas aſſez vif pour les reſſorts de Montres.

L'Etoffe de Pont s'employe pour les pièces de Quadrature : on ſe

ſert même pour les faire des bouts de ſcies d'Allemagne. Mais il eſt évident que la beauté des ſurfaces de l'Acier bourſouflé eſt bien ſupérieure à celle des ſurfaces de l'Acier d'Allemagne. Il faut faire attention que le poli précieux des Horlogers cache les petites cendrures ou filandres de l'Acier, au lieu que la poliſſure verticale du Coutelier les découvre toutes. Lorſqu'on polit à la main, ou au bois, ou avec la lime d'Acier poli, ou avec la poliſſoire horiſontale d'étain, les cavités de la matiére polie diſparoiſſent, en ſe rempliſſant de la matiere que l'Emeril ou la Potée emportent dans d'autres parties de la ſurface qu'on polit; deſorte que les défauts ne ſont pas moins réels, quoiqu'ils ſoyent moins apparens. Auſſi les piéces délicates d'une Quadracture, comme le Marteau, l'Etoile, le Limaçon ne ſe caſſent communément que là où ſe trouvent la cendrure ou la filandre.

L'Etoffe de Pont eſt la reſſource des Artiſtes, parce qu'ils peuvent avoir cet Acier de toutes les groſſeurs; mais ce qui le leur rend encore plus précieux, c'eſt qu'il eſt fort traitable au feu & au marteau: il eſt vrai que, ſemblable à tous les Aciers naturels, il ſe tourmente beaucoup à la trempe, parce qu'il contient pluſieurs parties de Fer: mais malgré ce défaut, l'Etoffe de Pont eſt toujours l'Acier qu'on employe le plus dans les Arts méchaniques; l'Horloger, le Coutelier, l'Arquebuſier, le Taillandier en font uſage. On en fabrique les outils du Charronage, de l'Agriculture, de la Maçonnerie & ceux dont on ſe ſert pour préparer les peaux. On aciére avec l'Etoffe de Pont les Enclumes & les Marteaux; on en fait les Cylindres de Laminoirs, les Coins de monnoye, les Sabres, les Epées & les Fleurets. Il ſe trempe à la couleur de ceriſe clair, d'une nuance au-deſſus de la couleur convenable à l'Acier de Styrie; quand on lui donne cette couleur, il prend plus de corps; mais il ne faut pas lui donner la couleur de Roſe, parce qu'il ſeroit trop caſſant.

L'ACIER DE HONGRIE, marqué d'une feuille de Chêne, a un grain plus gros & moins ſerré que l'Etoffe de Pont; il eſt rempli de veines de Fer, de filandres & de cendrures; il eſt le plus hétérogène de tous les Aciers, deſorte qu'on ne peut l'employer qu'à des ouvrages groſſiers; on ſe ſert ſur-tout de cet Acier dans la Taillanderie, & on le préfére pour cet objet à l'Etoffe de Pont. Il eſt d'un très-grand uſage pour la Serrurerie. On en fait auſſi les inſtrumens d'Agriculture. On préfère cet Acier pour la Taillanderie, parce qu'il ne craint pas plus le Feu que le Fer, & parce que le Fer ſe marie très-bien avec lui. Il ſe trempe à la couleur de ceriſe clair.

LES ACIERS DE PIEMONT ET DE RIVES ſont ſupérieurs à l'Acier d'Hongrie; leur grain eſt plus beau, & ils ont plus de corps que lui; leurs ſurfaces ſont plus dures, ils prennent plus de dureté lorſqu'on

les trempe, & ils s'allient mieux avec le Fer. On doit les préférer à l'Acier de Hongrie pour les forts tranchants : ils ſe trempent à la couleur de ceriſe clair.

LES ACIERS DE BOURGOGNE, DU DAUPHINÉ, DU COMTÉ DE FOIX ET DU ROUSSILLON ſont un peu inférieurs à ceux de Rives, mais ils ont à-peu-près le même grain qu'eux & les mêmes ſurfaces; ils ſe traitent au feu auſſi aiſément, & ils s'allient auſſi bien avec le Fer. On en fait des Faux & des Faucilles. Ils ſe trempent à la couleur de ceriſe clair.

Enfin L'ACIER DE NÉRONVILLE qui eſt encore peu connu, parce que ſa fabrique eſt la plus moderne, eſt un Acier bien ſupérieur à tous les Aciers de France. Il eſt le ſeul qui puiſſe remplacer l'Etoffe de Pont ; il a comme elle un grain aſſez beau ; il prend le poli noir, mais il eſt auſſi filandreux qu'elle. Cet Acier doit être très-précieux dans les Arts, parce qu'il peut s'employer pour faire une foule d'inſtrumens. On a même l'avantage 1°. de pouvoir ſe procurer cet Acier forgé de la groſſeur & de la longueur qu'on peut deſirer. 2°. Cet Acier ſe chauffe, ſe ſoude & ſe martelle facilement. 3°. Il s'allie avec le Fer, & on peut le corroyer. 4°. Il devient très-dur à la trempe. Certainement, ſi cet Acier étoit auſſi homogène que l'Acier fondu d'Angleterre, il lui ſeroit préférable ; mais on trouve que pluſieurs de ſes barres ſont pailleuſes & fibreuſes. Cependant, en les choiſiſſant avec ſoin, on peut l'employer pour l'Horlogerie, pour les reſſorts de Pendule, & généralement pour tous les ouvrages auxquels on deſtine l'Etoffe de Pont ; je n'excepte pas même les Laminoirs & les Coins de monnoye. Il ſe trempe à la couleur de roſe, mais il ne faut pas que la nuance ſoit plus haute ; il eſt déja très-dur quand il eſt trempé à la couleur de ceriſe clair.

Voici le réſultat des détails que j'ai donnés dans cette premiere partie. Les Aciers naturels ont leurs qualités particuliéres, & les Aciers cémentés en ont auſſi qui leur ſont propres. Les Aciers cémentés ſont préférables aux Aciers naturels pour les piéces d'Horlogerie, parce que les Aciers naturels ſont ſemés de veines & de fibres ferrugineuſes, qui doivent rendre fort inégale la dureté des piéces frottantes qu'on en fait, & par conſéquent leur cauſer des altérations très-promptes. Les Verges, les Arbres, les Pivots &c. toutes les piéces qu'on fait au Tour, doivent être rejettées comme mauvaiſes, ſi le Burin y fait ſentir quelque inégalité dans la dureté de leurs ſurfaces, ou ſi l'on a de la peine à les tourner bien rond. Ces effets annoncent un Acier ferrugineux & peu homogène : il eſt donc aiſé de comprendre qu'on doit toujours préférer l'Acier cémenté à l'Acier naturel pour toutes ces piéces, & en général pour toutes les piéces frottantes & pour tous les rouages.

SECONDE PARTIE.

Préparation des différens ouvrages d'Acier juſqu'au moment de la Trempe.

Pour preſcrire la maniére d'employer l'Acier d'une maniére qui lui conſerve ſes bonnes qualités, & de le préparer à une bonne Trempe, il faut ſur-tout avoir recours au grand Art du Forgeron.

Si un ſeul coup de ſouflet donné mal-à-propos peut brûler l'Acier & le gâter entiérement, l'Acier peut avoir auſſi éprouvé un certain degré de feu qui altère ſes qualités, ſans les détruire & ſans ôter les moyens de les rétablir. Mais pour mieux connoître les bons procédés qu'il faut ſuivre, & pour les diſtinguer plus ſûrement des mauvais procédés qu'il faut éviter, il convient ſur-tout de bien obſerver les effets du feu & du marteau ſur ce métal. Cependant, comme chaque eſpèce d'Acier a des qualités particuliéres qui exigent par-là même un traitement particulier, je me propoſe d'entrer dans ces détails utiles, après avoir poſé quelques principes généraux ſur la maniére de traiter l'Acier avec le feu & le marteau.

Le feu agit ſur l'Acier par l'impreſſion immédiate des Charbons embraſés qui le touchent; un feu lent ronge l'Acier & le calcine; ſon poids & ſon volume diminuent; il s'altère d'autant plus, qu'il reſte plus long-tems expoſé à ce feu deſtructeur. Auſſi, les ſurfaces d'un Acier brûlé offrent une croute ſans conſiſtance, qui s'enlève par le moindre frottement, & qui tombe en écailles à la moindre ſecouſſe; l'on parviendroit même à réduire toute la piéce en écailles ſi on l'expoſoit ſouvent à ce feu, & ſi on lui faiſoit éprouver chaque fois pendant long-tems ſon action ſoutenue.

Mais qu'appelle-t-on un feu lent? C'eſt ce feu qui n'eſt pas attiſé aſſez vivement par le ſoufflet, que le vent n'excite pas aſſez pour réduire en fuſion les ſurfaces de l'Acier, mais qui ſe borne à leur donner une couleur rouge ou blanche; alors l'action du feu toujours continuée décompoſe le métal, lui enlève ſon phlogiſtique, & forme ces écailles qui ſont un fer calciné.

Le défaut de vent n'eſt pas la ſeule cauſe d'un feu lent. Quand on fait le feu avec du charbon de terre, on peut y trouver des pierres noircies; s'il y en a trois ou quatre de la groſſeur d'une noix au milieu du feu, elles empêcheront l'Acier de ſe chauffer par le feu lent qu'elles occaſionneront. Il arrivera la même choſe, ſi le Machefer s'amoncelle peu-à-peu, s'attache à la Tuyère & obſtrue le paſſage

du vent ; alors le vent agiſſant avec moins de force, le feu deviendra beaucoup moins vif : Auſſi un Forgeron ſoigneux doit nettoyer exactement les lèvres de la Tuyère, & ôter le Machefer qui s'y attache, lorſqu'il veut donner une chaude importante.

On ne ſauroit douter que cette croute qui ſe forme ſur la ſurface de l'Acier brûlé, ne ſoit une matiére métallique privée de ſon Phlogiſtique ; car ſi l'on chauffe une lame d'Acier preſque à blanc avec du charbon de bois dans un Fourneau de cuiſine, & qu'on la laiſſe refroidir enſuite, on y obſervera quelques écailles, mais leur nombre croitra d'autant plus, que la lame d'Acier aura ſouffert plus long-tems l'impreſſion de ce feu dans un Air libre ; car l'Acier renfermé avec un cément dans un creuſet bien lutté, ſupporteroit l'action d'un feu violent pendant une journée, ſans qu'il s'y formât aucune écaille, & ſans qu'une ſurface gravée y ſouffrit le plus petit mal. D'où il réſulte que le contact ſeul du feu forme ces écailles, en ôtant à ces parties d'Acier qui ſe détachent le Phlogiſtique qu'elles contenoient. Il eſt donc évident qu'un feu lent détruit l'Acier par l'impreſſion trop longue de ſon action ſur lui, tandis qu'un feu vif & accéléré prévient ce mal, pourvu qu'on modère l'action du ſoufflet, dès qu'on apperçoit étinceller l'Acier, & qu'on ait ſoin de tourner la piéce dans le feu, afin qu'elle s'échauffe également dans toutes les parties de ſa ſurface ; car ſans cette attention, la partie tournée vers la Tuyère éprouveroit le feu le plus vif, à moins que la Tuyère ne fut obſtruée ; ce que j'ai recommandé d'éviter ſoigneuſement.

Quand l'Acier eſt chauffé au point qu'il ſue, ſes ſurfaces éprouvent alors une eſpèce de fuſion, & l'on peut voir même bouillonner la matiére fondue ; ſi cet Acier ſe refroidit ſans avoir été martelé, ſes ſurfaces ſeront parſemées de petits trous comme une éponge. Cette obſervation enſeigne clairement que le marteau rapproche les parties de l'Acier que le feu a déſunies, & elle prouve en même tems combien alors l'action du marteau eſt importante.

Après ces remarques, je ſouhaite qu'on s'arrête à conſidérer comment ſe fait une ſoudure. Pour en faire une qui ſoit parfaite, il faut que les deux lames ſoient chauffées au même degré de chaleur, & que les ſurfaces qui ſe doivent toucher ſoient en fuſion. Alors, ſi l'on applique ces deux lames l'une ſur l'autre, la matiére fondue de chacune de ces lames ſe pénétre, s'entrelace ; le marteau qui les frappe les unit plus étroitement, & ces deux lames ne font plus qu'un ſeul tout inſéparable. Il eſt aiſé d'imaginer que ſi des ſcories s'attachent au métal, elles empêchent les lames de s'unir & de ſe ſouder dans l'endroit où les ſcories ſe ſont interpoſées ; ce qui forme ce qu'on appelle un *Loup* ou un *Moine*. C'eſt en vain qu'on remet au feu ces piéces

mal

mal ſoudées ; la ſoudure ſera toujours bonne dans toute la piéce, excepté dans l'endroit où eſt la ſcorie. Voici un moyen de remédier à ce défaut & de détruire ce Loup. Il faut le percer avec un poinçon, de maniére qu'une lame ſoit percée & que l'autre ne le ſoit pas, alors cette ouverture donne une iſſue à la ſcorie que le bouillonnement de la matiére en fuſion expulſera tout-à-fait. J'ai obſervé qu'une ouverture d'une ligne de diamètre étoit ſuffiſante pour une petite piéce, & qu'une chaude graſſe ſauvoit alors la piéce.

Il eſt aiſé de ſurchaufferl'Acier ; on peut cependant réparer le mal qu'il ſouffre par cet accident, en le martelant à coups accélérés mais petits, pendant que la matiére eſt bouillante : Dans ce cas, il faut ſur-tout porter ſes coups ſur les places où l'efferveſcence eſt la plus conſidérable, & où les parties tendent davantage à ſe déſunir, afin de les reſſerrer. Pour forger utilement cet Acier ſurchauffé, il faut frapper dans cette circonſtance alternativement, un coup ſur le plat & l'autre ſur le côté ; puis donner la chaude de longue haleine ; frapper de nouveau, juſqu'à ce que la piéce ait perdu toute ſa chaleur, & même continuer à la battre lorſqu'elle eſt refroidie. Il faut bien obſerver que c'eſt le ſeul cas où il faille écrouïr l'Acier avec conſtance.

On connoit quand l'Acier eſt ſurchauffé, lorſqu'après s'être refroidi, on voit ſes ſurfaces ſemées de petits trous & de crevaſſes tranſverſales : ſi la piéce eſt nette, & ſi les crevaſſes ſont à peine viſibles, alors le mal n'eſt pas ſérieux, & le marteau peut facilement le réparer. Mais l'Acier ſera véritablement brûlé & entiérement perdu, ſi au ſortir du feu, en le frappant ſur l'enclume on le trouve mol, s'écraſant, s'ouvrant même ſous le marteau, & laiſſant échapper au travers des caſſures une flamme violette & pourpre qui répand une odeur ſulphureuſe. Les parties qui ſe ſéparent ainſi de l'Acier reſſemblent à des grains dont les uns étincellent, tandis que les autres tombent au pied de l'enclume. Il n'y a aucun procédé qui puiſſe rendre à cet Acier les qualités que le feu lui a fait perdre.

L'ACIER DE DAMAS ne peut pas ſe ſouder avec d'autres Aciers, & encore moins avec le Fer ; on ne peut pas même le ſouder avec lui-même, ni le forger à blanc : ſi l'on veut conſerver à cet Acier toute ſa force, on ne peut le chauffer qu'à la couleur ceriſe ; il faut éviter de l'écrouïr & ſur-tout à froid, à moins d'employer un marteau de ſept ou huit onces, autrement il caſſeroit avec la plus grande facilité. On doit obſerver que l'Acier de Damas ne peut ſervir utilement que dans la Coutellerie.

Pluſieurs Forgerons croyent L'ACIER FONDU D'ANGLETERRE intraitable ; mais ils ſe trompent, l'adreſſe & l'attention peuvent en rendre maître.

Si l'on veut employer cet Acier pour en faire des tranchants qui joignent la bonté à la ſolidité, il faut l'unir à quelque Acier inférieur & moins caſſant qui lui ſerve de couverture : on y parviendra en ſuivant ce procédé. Qu'on forge, par exemple, une lame d'Acier fondu; qu'elle ait un pied de longueur, un pouce de largeur & cinq lignes d'épaiſſeur ; qu'on forge enſuite deux lames ſemblables à la premiere avec de l'Acier de Néronville, de Rives, ou de l'Etoffe de Pont, en obſervant que ces deux lames ſoient environ d'un ſixiéme plus minces ; qu'on mette la lame d'Acier anglois entre les deux autres ; qu'on ſaiſiſſe ainſi les trois lames avec les tenailles crochues ; qu'on couvre les deux côtés & les bouts de l'Acier fondu avec une couche de terre glaiſe détrempée dans un peu d'eau, de maniére que cette couche ait environ deux lignes ; qu'on porte alors ces trois lames au feu ; qu'on les chauffe, en prenant garde de conſerver la couche de glaiſe ; qu'on jette de petites poignées de grès pilé, ou de ſable fin ſur ces lames, lorſqu'elles commenceront à ſuer, pour conſerver les ſurfaces qui ne ſont pas couvertes de glaiſe : alors, qu'on pouſſe le feu juſqu'à ce qu'il ſoit aſſez fort pour bien ſouder les lames ; enfin, lorſqu'il eſt bouillant, & ſur-tout lorſque la croute tombe, qu'on le frappe à coups petits mais accélérés ; & qu'on n'augmente leur force, que lorſque l'Etoffe eſt parvenue à un degré de chaleur au-deſſous du blanc.

S'il arrivoit que la croute de glaiſe vint à tomber dans le feu avant qu'on eut porté la piéce ſur l'enclume, il faudroit alors porter la piéce ſur le ſable ; mais cet expédient ſi convenable pour les autres Aciers, eſt inſuffiſant pour l'Acier fondu ; & ſi la glaiſe tombe avant que l'Etoffe ait acquis la chaleur qu'elle doit éprouver, il eſt très à craindre que l'Acier fondu ne ſoit brûlé, & que la piéce ne ſoit perdue. Il eſt vrai que cette glaiſe ne ſauroit tomber ſans une grande inattention de l'Artiſte, ou ſans quelque choc, ou quelque ſecouſſe irréguliére.

Si l'on veut faire des ouvrages dont la matiére ſoit dure & qu'ils ayent de belles ſurfaces, il faut employer ſeulement l'Acier fondu ſans aucun mêlange, afin d'éviter de le chauffer à blanc, parce qu'alors il eſt très-difficile de le forger, & qu'il devient extrêmement fragile. Pour prévenir cet inconvénient, il faut choiſir ſes barreaux d'une groſſeur convenable pour les piéces qu'on veut faire, & les forger à chaque chaude ſous une nuance inférieure au blanc ; alors on profitera de la bonté & de la dureté de cet Acier pour ſe procurer des ouvrages qui ne ſauroient être parfaits, ſi l'Acier qu'on y employe n'étoit pas parfaitement homogène : telles ſont les piéces des Quadractures & les Pignons dont les aîles ne pourront ſe finir avec la

certitude de les conſerver entiéres, que lorſqu'on ſera ſûr qu'il n'y a point de filandres dans l'Acier dont elles ſont faites.

Mais il faut obſerver que cet Acier ne ſe redreſſe pas aiſément à froid; ſi la piéce qui en eſt conſtruite s'eſt courbée en la travaillant, alors il faut la faire chauffer à la couleur de ceriſe, ou même à celle de bronze; ce degré de chaleur ſuffit ordinairement pour lui rendre la forme qu'on ſouhaite.

On ne doit pas oublier encore qu'il ne faut point recuire cet Acier pour le rendre plus mol à la lime, ſur-tout ſi on le deſtine à des tranchants précieux. Mais pour l'Horlogerie, on peut le faire rougir à la couleur ceriſe, en évitant pour cela le danger d'un feu trop vif. Il faut donc proſcrire l'uſage du fourneau à vent, & n'employer qu'un petit feu de bois, ou une poële avec du charbon, en ſe ſouvenant de ne point attiſer le feu, mais de le laiſſer s'allumer & s'éteindre de ſoi-même. Au reſte, on peut être ſûr que l'Acier fondu ne ſouffre pas quand on le chauffe à la couleur ceriſe; il commence ſeulement à s'altérer quand on le chauffe à blanc; & cette altération ſeroit d'autant plus dangereuſe, qu'après cette opération deſtructive on ne forge plus les piéces, & qu'on ne les fait revenir ainſi que pour les limer avec moins de peine.

J'explique ſoigneuſement les procédés du recuit des piéces après qu'on les a forgées, parce que pluſieurs Ouvriers ont la mauvaiſe coutume de faire recuire leurs piéces pluſieurs fois, & même de les envelopper avec des ingrédiens tels que les cendres, la chaux, la craye &c. qui rendent le métal plus facile à limer, ou à forer, ou à tourner, ou à graver; mais ces procédés ſont abſurdes, puiſqu'ils changent en Fer un excellent Acier, comme l'obſerve Mr. de Reaumur. Ces matiéres qui amolliſſent l'Acier ſont préciſément celles qui le dénaturent.

La beauté des ſurfaces des bijoux faits d'Acier poli eſt produite par la pureté de l'Acier fondu, mais elle ne doit pas décider les Artiſtes à employer cet Acier pour les reſſorts des Montres ou des Pendules; il eſt trop caſſant, & il ne ſupporte pas aſſez le recuit qu'on eſt forcé de donner aux reſſorts après la trempe; d'où il réſulte qu'ils manqueroient de corps, & qu'ils ne pourroient ſupporter les épreuves qu'on leur fait ſubir.

L'ACIER POULE OU BOURSOUFLÉ ne craint pas le feu autant que l'Acier fondu d'Angleterre; auſſi l'Acier Poule n'exige pas qu'on le traite avec les mêmes précautions qu'il faut néceſſairement employer pour l'Acier fondu. Cependant, il y a des cas où l'on employe avec ſuccès pour l'Acier Poule les mêmes procédés, comme on pourra le voir dans l'application que je vais en faire à la fabrique des Coins de

monnoye & à celle des Cylindres des Laminoirs, qui ſont pour l'ordinaire l'écueil où ſe briſent également la bonté des Aciers qu'on y employe, & l'orgueil des Artiſtes qui s'occupent de ces ouvrages.

Pour mieux connoître la façon de travailler les Coins de monnoye, il faudroit pouvoir eſtimer l'impreſſion du balancier ſur ces piéces d'Acier; mais cela eſt preſque impoſſible. Ce qu'il y a de certain, c'eſt que les Coins de monnoye ſe refoulent, qu'ils s'ouvrent & ſe partagent en pluſieurs parties, qu'ils s'éclatent même quelquefois au premier coup qu'ils reçoivent. Cependant, on trouve fréquemment des Coins de monnoye qui réſiſtent pendant deux jours & même davantage à cette terrible preſſion; mais ce qui eſt ſinguliérement étonnant, c'eſt qu'il arrive quelquefois que ce Coin qui a réſiſté ſi longtems au balancier, & celui qui a éclaté au premier coup, ont ſouvent été faits avec le même Acier, par le même Ouvrier & ſur les mêmes principes. D'où vient cette différence? Il faudroit entrer dans des détails bien longs & bien minutieux pour en faire connoître exactement les cauſes; auſſi, comme ce n'eſt pas ce qu'on attend de moi, je me bornerai à répondre à la queſtion qui m'occupe, en indiquant ſeulement la matiére qu'il faut employer pour faire des Coins ſolides, de même que la maniére de les travailler.

Il y a certainement deux choſes qui doivent influer beaucoup ſur la force des Coins: 1°. le degré de chaleur néceſſaire pour ſouder la matiére: 2°. le degré de chaleur employé pour la tremper. Je ſuppoſe que le Forgeron qui opère a une main exercée, & qu'il joint à ſon adreſſe un coup d'œil expérimenté qui ſaiſit les inſtans favorables. Mais avant d'aller plus loin, je veux faire connoître les principaux défauts des Coins. Le premier paroit lorſque le Coin ſe caſſe par éclats, de maniére que les piéces qui ſe détachent peuvent déchirer la main du Monnoyeur. Le ſecond arrive quand la preſſion du balancier refoule le centre du Coin, de maniére qu'il eſt quelquefois d'une ligne au-deſſous des bords. Le troiſiéme, c'eſt lorſque les fibres de l'Acier tendant à s'écarter par la preſſion, partagent le Coin en diverſes parties. Voici les moyens de corriger ces défauts, & de prévenir ces accidens.

Il faut d'abord choiſir un Acier ſain & méplat; je dis méplat, parce que le Fer forgé quarrément dans les groſſes forges eſt toujours doublé au centre de la barre. Il importe enſuite beaucoup d'éviter de ployer un barreau en trois parties pour avoir une maſſe d'Acier de la groſſeur qu'on deſire; mais il faut écarrir l'Acier à coups de marteau aux dépens de ſa largeur, & le refouler enſuite pour obtenir la groſſeur demandée. Afin d'y réuſſir, il faut donner à l'Acier pluſieurs chaudes, en obſervant de le poſer toujours de maniére que les fibres

ſoient perpendiculaires à l'enclume ; alors il faut le frapper fortement ſur le bout, en ayant ſoin de le redreſſer lorſqu'il ſe courbe : par ce moyen, on parviendra à le refouler, juſqu'à ce qu'on lui ait donné la groſſeur que doit avoir le Coin qu'on prépare.

Les fibres de l'Acier ont été preſſées & refoulées vers leur centre par cette opération, mais ce n'eſt pas le ſeul avantage qu'elle procure pour la bonté du Coin ; elle débarraſſe encore l'Acier des Pailles, des Loups, des Craſſes qu'il peut renfermer ; ou du moins, elle les fait voir, & elle donne une connoiſſance exacte des qualités & des défauts de l'Acier qu'on met en œuvre.

On peut employer pour les Coins l'Acier d'Allemagne & l'Etoffe de Pont ; mais, comme les veines de Fer nuiſent beaucoup à la ſolidité des Coins, je crois que l'Acier Poule ou bourſouflé d'Angleterre & l'Acier de Néronville, ſont les plus propres pour faire le noïau du Coin. Ce noïau étant fait, comme je l'ai dit, il faut y rapporter une miſe d'Acier bourſouflé ou de Néronville. On ſoudera cette miſe comme on aciére une tête de marteau, mais ce procédé exige deux forgerons & deux forges, l'une pour chauffer le noïau, & l'autre pour chauffer la miſe. On ne doit pas négliger de décraſſer les foyers, de nourrir les ſurfaces de l'Acier avec du ſablon, & de ſecouer les piéces en les ſortant de la forge pour en faire tomber les ſcories. Enfin, lorſque le noïau & la miſe auront acquis le degré de chaleur qu'ils doivent avoir, chacun des Forgerons portera ſa piéce ſur l'Enclume ; alors, l'un d'eux placera le noïau perpendiculairement ſur la miſe, & ils frapperont ſur le noïau pluſieurs coups de marteau ; enſuite, lorſque les deux piéces ſeront ſoudées, ils placeront le tout horiſontalement ſur l'Enclume, & frapperont avec promptitude ſur les bords, pour ſerrer les bords & les lèvres de la miſe ſur le noyau. Cette chaude doit être parfaitement exécutée, autrement la piéce ſeroit manquée, & une ſeconde chaude ne pourroit faire ce que la premiére n'auroit pas achevé.

Lorſque la miſe a été bien ſoudée, il faut faire une virole de Fer qui ſerve de robe au noïau ; cette robe préviendra les éclats. Pour faire cette opération ſans nuire à la bonté de la miſe du Coin, il faut la couvrir avec deux lignes d'une pâte de terre glaiſe, lorſqu'on aura enveloppé le noïau dans ſa robe de Fer. Cette précaution eſt d'autant plus indiſpenſable, qu'il faut une chaleur bien plus forte pour ſouder l'Acier avec le Fer, que pour ſouder l'Acier avec l'Acier, & que la tête du Coin eſt ſa partie principale, & par conſéquent celle qu'il ſeroit le plus dangereux de ſurchauffer. La virole étant ſoudée, on réduira cette maſſe à la groſſeur & à la forme du Coin qu'on veut

faire, qui eſt ordinairement octogone; enfin, l'on coupera le Coin de maniére qu'il ait la longueur qu'on ſouhaite. (a)

Les Cylindres des laminoirs ſont des piéces très-difficiles à exécuter, parce que le centre du Cylindre doit être mol, tandis que ſa ſurface ne ſauroit être trop dure; cependant l'Acier eſt néceſſairement expoſé au contact du feu qui peut le gâter. C'eſt donc ici le cas de ſabler la piéce; je n'employe pas la glaiſe, parce qu'il en tombe aiſément des parties au feu, & parce que ce préſervatif ne peut être utile que lorſqu'il reſte appliqué ſur la piéce; mais ſi l'on ne couvre pas de glaiſe la ſurface du Cylindre, il faut en couvrir les lévres & les bords de la virole d'Acier qui enveloppent le noïau de Fer. Cette attention eſt d'autant plus importante, que les lévres & les bords de la virole ſouffrent le plus au feu, qu'elles s'y ſurchauffent plus facilement que les autres parties de la ſurface, & qu'elles ſupportent ſur-tout les efforts de la trempe. On ne ſauroit donc trop recommander de couvrir les lévres & les bords des Cylindres d'une couche de terre glaiſe, & de la conſerver ſoigneuſement pendant que le Cylindre eſt dans le feu.

L'Acier Poule eſt une matiére excellente pour faire les outils des Laboratoires, les Poinçons, Forets, Tareaux, Filiéres, Couſſinets de filiéres, Burins, Echopes &c. Mais afin de conſerver la dureté de cet Acier, il faut le forger avec ménagement, ne lui donner des chaudes ſuantes que lorſqu'il eſt néceſſaire de ſouder quelques pailles ou veines; enfin, ſi on veut l'écrouïr pour lui donner une plus grande dureté, on ne doit jamais le faire que lorſqu'on ne craint pas les caſſures.

Les limes faites avec l'Acier bourſouflé ſont excellentes; mais il faut obſerver, que les Tailleurs de limes gâtent tous les Aciers par le long recuit qu'ils leur donnent, afin de faciliter leur taille en rendant la matiére plus molle. Il faut ſans-doute recuire l'Acier, & on peut le recuire juſqu'à la couleur ceriſe ſans nuire à ſa bonté, mais c'eſt un très-grand défaut que de laiſſer l'Acier pendant cinq ou ſix heures expoſé au feu qui le chauffe quelquefois à blanc; auſſi il y a pluſieurs limes angloiſes, comme d'autres faites en divers endroits, qui blanchiſſent d'abord, lorſqu'on les applique ſur l'Acier. Cependant, il eſt certain que ces limes ne ſont ainſi mauvaiſes que parce que leurs ſurfaces ſont brûlées ou changées en Fer. Auſſi les limes qui ont été le

(a) Le Comité des Arts a fait exécuter un Coin ſur ces principes; on l'a trempé ſuivant la méthode indiquée plus bas, & il a eu tout le ſuccès qu'on pouvoit deſirer.

plus expoſées au feu ſont, entre toutes les autres qui ont été faites en même tems, celles qui ſont les plus mauvaiſes. (*a*)

LES ACIERS DE STYRIE ET DU TYROL, CEUX DE LA CARINTHIE ET DE LA SUEDE, doivent être travaillés avec les précautions que j'ai preſcrites pour travailler l'Acier fondu & l'Acier Poule. Quand l'Acier d'Allemagne eſt pur, il craint le feu & il eſt difficile à forger; mais il ne ſouffre pas autant que l'Acier fondu lorſqu'on le chauffe à blanc. Il réſulte de-là que pour le rendre propre aux ouvrages de Coutellerie, & aux outils de Charronage & de Menuiſerie, pour leſquels il me ſemble qu'il eſt ſur-tout convenable, il faut l'employer en Etoffe de la maniére que je vais expliquer.

Prenez une lame d'Acier fin de Styrie, qu'elle ait douze pouces de longueur, un pouce de largeur & ſix lignes d'épaiſſeur; forgez deux autres lames d'un Acier inférieur, tel que l'Etoffe de Pont, l'Acier de Hongrie ou de Rives, qui ayent la même longueur, la même largeur avec une épaiſſeur moindre d'un tiers; enſuite, forgez encore deux autres lames de Fer entiérement ſemblables aux derniéres, pourvu que leur épaiſſeur ſoit encore plus petite. Placez après cela la lame d'Acier de Styrie au centre, les lames d'Acier inférieur à ſes côtés pour lui ſervir de couverture; enfin, mettez ces trois lames entre les deux lames de Fer. On ſaiſit ces cinq lames placées de cette maniére avec des tenailles crochues; & l'on peut couvrir d'une couche de terre glaiſe l'Acier de Styrie, afin de le garantir de l'action immédiate du feu. Après cela, on porte cette Etoffe au feu, on la chauffe avec attention, on la forge avec ſoin &c. Cette Etoffe fournit une matiére excellente pour les tranchants, depuis le Couteau de poche juſqu'au Sabre, & depuis le Couperet de cuiſine juſqu'à la Coignée.

On ſuit un procédé différent pour les outils dont le tranchant eſt fait en biſeau, comme les fers de Rabots, les Ciſeaux &c. On prépare une barre de Fer à laquelle on donne une largeur & une épaiſſeur convenable à l'outil qu'on veut faire; on termine une de ſes extrêmités en bec de Flûte; on y rapporte une ſemelle d'Acier miſe ſur ſon plat; alors on ſaiſit cette extrêmité de la barre & cette ſemelle d'Acier

(*a*) Le Comité des Arts a fait faire des limes ſur les principes de ce Mémoire & en ſuivant les autres procédés indiqués plus bas, & il a eu la ſatisfaction d'obtenir par ce moyen des limes auſſi bonnes que les meilleures limes angloiſes; il a reconnu que les lames fabriquées à Genève n'étoient éloignées de la perfection où elles pourroient atteindre, que parce que les Tailleurs de limes changent preſqu'en Fer, par un Recuit trop long & trop chaud, un excellent Acier qu'ils préparent fort bien. Ils pourroient donc facilement faire des limes auſſi bonnes qu'en Angleterre, en n'échauffant ſeulement leur Acier qu'à la couleur de ceriſe, en le retirant du feu quand il a acquis cette couleur, & en cherchant les moyens de donner plus de dureté aux outils avec leſquels ils font la taille de leurs limes.

avec des tenailles ; on porte ainſi ces deux piéces au feu, & on les place de maniére que l'Acier ſoit plus élevé que le Fer ; on jette alors un peu de ſable ſur l'Acier ; & quand l'Acier eſt ſuffiſamment chauffé, on ſoude le Fer & l'Acier en les forgeant enſemble ; on donne enſuite à cette piéce la forme & la longueur que l'outil doit avoir. Il eſt facile de comprendre qu'on ne peut faire à la fois pluſieurs outils de cette nature.

Il faut ſuivre un procédé différent pour faire l'outil qu'on appelle *Fermoir* ; il eſt compoſé d'un morceau d'Acier terminé à chaque bout par un morceau de Fer. Pour le faire, on prépare l'extrêmité d'une barre de Fer, de maniére qu'elle ait la groſſeur & la largeur qu'il lui faut. On fend enſuite le bout en fourchette, puis on place le morceau d'Acier dans le milieu en forme de coin ; on ſoude alors le tout, & l'on finit l'outil. Ces outils ne ſont pas faits entiérement d'Acier, afin qu'ils puiſſent avoir une plus grande force ; s'ils étoient entiérement d'Acier, ils ſe caſſeroient lorſqu'ils éprouvent des chocs un peu rudes.

Les Armes blanches ſont faites encore ſur des principes différens : on y employe les Aciers d'Allemagne ; & ils méritent cette préférence ſur les autres Aciers par la bonté & la ſolidité qu'ils donnent à ces Armes. Les Armes blanches ſont faites avec une Etoffe de trois ou de cinq lames d'Acier pur ſans aucune lame de Fer. On a cependant ſoin de choiſir la meilleure lame d'Acier pour la placer dans le milieu, & de mettre les moins bonnes en dehors. Par ce moyen, le tranchant eſt auſſi bon qu'il peut l'être, & l'Arme a toute l'élaſticité qu'elle peut avoir.

On a grand tort de ne pas donner deux lames de Fer pour couverture à l'Etoffe compoſée de trois ou cinq lames d'Acier avec laquelle on fait les Armes blanches. Ces armes ſe caſſent ſouvent dans les mains de ceux qui s'en ſervent ; mais on préviendroit cet accident qui peut devenir funeſte, en fortifiant cette étoffe avec deux lames de Fer qu'on lui donneroit pour couverture. L'Arme blanche acquerroit par-là une ſolidité qui la rendroit capable de réſiſter aux plus fortes épreuves. On pourroit même faire cette Etoffe, en ſuivant les procédés que j'ai indiqués pour avoir du Damas factice ; mais, comme ces armes faites de cette matiére deviendroient coûteuſes, on pourroit en fabriquer avec une étoffe compoſée de trois lames d'Acier, & couverte avec deux lames de Fer. Ces Armes auroient alors une ſolidité propre à inſpirer de la confiance à celui qui s'en ſerviroit, & à épargner de la dépenſe aux Gouvernemens qui les fourniſſent aux ſoldats.

Enfin, les Aciers d'Allemagne bien choiſis ſervent utilement pour faire

faire de bons Coins de monnoye, des Cylindres de Laminoirs, & de grands Reſſorts pour les Pendules. Je ne ſaurois conſeiller cet Acier pour les petits Reſſorts des Montres, à moins qu'il ne ſoit parfaitement bien choiſi, avec des fibres ſerrées, ſans la marque de la Roſe, & abſolument ſans aucune veine de Fer. On ne peut ſe diſſimuler que les Allemands font de bons Reſſorts avec leur Acier; mais ne ſeroit-ce point parce que le meilleur Acier d'Allemagne reſte dans le pays? Si cette ſuppoſition eſt vraie, & ſi les Allemands ſavent bien traiter leur Acier, ils peuvent faire des reſſorts auſſi bons que ceux qu'on fait en Angleterre; & peut-être même ſupérieurs, parce que l'Acier naturel a plus de corps & de ténacité que le factice, & parce qu'il ſupporte mieux le recuit qu'on eſt forcé de donner après la trempe à l'Acier qu'on employe à cet uſage.

Il paroît par tout ce que j'ai dit, que les grands Reſſorts de Pendules & de Montres doivent être faits avec un Acier pur, ſans aucun mêlange de Fer ni même d'Acier inférieur, parce qu'il eſt impoſſible au meilleur Forgeron de s'aſſurer qu'il ſoudera parfaitement trois ou cinq lames enſemble, ſans altérer en aucune maniére la qualité de l'Acier; cependant, la plus légére altération devient dangereuſe, quand il s'agit d'une piéce auſſi mince qu'un reſſort, & qui doit avoir une élaſticité conſtamment égale. D'ailleurs, ces Etoffes ſont ſujettes à des Loups qu'on n'apperçoit pas toûjours, elles ont toutes des fibres qui ne ſont pas également ſerrées ou des excavations répandues çà & là. Toutes ces choſes ſont des minuties, quand il s'agit de faire des ouvrages de Coutellerie; mais elles deviennent des défauts extrêmement nuiſibles quand on veut faire des reſſorts de Montre, & elles influent conſidérablement ſur leur action. Il paroît donc extrêmement important de faire les grands reſſorts avec l'Acier le plus pur, en obſervant que les barreaux ſoient ſans pailles, ſans caſſures & ſans gerſures; que le grain en ſoit fin & les ſurfaces belles. Il faut enſuite forger cet Acier ſans lui donner des chaudes ſuantes, & ſans le chauffer à blanc, afin de lui éviter l'altération qu'un feu trop fort pourroit lui cauſer. En ſuivant cette méthode, il ne ſeroit pas néceſſaire d'écrouïr autant la matiére à chaque chaude; on parviendroit même encore à rendre les reſſorts plus parfaits, ſi après les avoir dégroſſi en les forgeant, on les faiſoit paſſer dans un Laminoir qu'on auroit adapté à cet uſage, en faiſant ſes Cylindres courts, forts & très-durs. Alors, on recuiroit chaque fois les reſſorts à la couleur ceriſe, & on les feroit paſſer chaque fois entre les cylindres du Laminoir. Il faut obſerver qu'on feroit recuire ces reſſorts avec du bois ou du charbon de bois dans l'Atre ou dans la Poële, & qu'on ne ſe ſerviroit point

pour cette opération du Fourneau à vent. (a)

LES ACIERS FRANÇOIS ſont plus doux & plus traitables que ceux dont j'ai parlé. Je ne dirai rien de leur manipulation ; un Ouvrier qui ſait ſe rendre maître d'un Acier fin, altérable par le feu & qui caſſe aiſément ſous le marteau, n'a aucune peine lorſqu'il employe des Aciers plus ſouples. L'Acier de Néronville eſt un des Aciers qui ſe chauffe, ſe forge & ſe travaille avec la plus grande facilité ; il mérite auſſi la préférence à divers égards pour pluſieurs ouvrages.

Cette ſeconde partie doit apprendre aux Artiſtes combien il leur importe de conſerver à l'Acier toutes ſes qualités, ſans les altérer ni par le feu ni par le marteau; mais en même tems, il réſulte de tout ce qui a été dit, que pour conduire l'Acier le plus avantageuſement qu'il eſt poſſible juſqu'au moment de la trempe, il faut 1°. éviter ſoigneuſement de ſurchauffer l'Acier en le paſſant au feu. 2°. Il faut ne donner à l'Acier des chaudes ſuantes que le moins qu'il ſera poſſible. 3°. Ne le battre à froid que pour le rétablir, s'il arrivoit qu'il eut été ſurchauffé. 4°. Employer les Aciers naturels pour les tranchants, & l'Acier factice pour les piéces frottantes. 5°. S'abſtenir ſcrupuleuſement de recuire l'Acier dans des Céments propres à l'amollir, parce qu'on changeroit l'Acier en Fer. 6°. Enfin obſerver que l'Acier battu à froid caſſe plus aiſément à la trempe, comme on le verra mieux dans la troiſiéme partie.

TROISIEME PARTIE.

De la Trempe de l'Acier & du Recuit après la Trempe.

S'il falloit rapporter tout ce qu'on a dit ſur la Trempe de l'Acier, rapprocher toutes les idées des Auteurs, les comparer, diſtinguer les bonnes & refuter les mauvaiſes, ce ſeroit entreprendre un ouvrage immenſe & peu utile. Je me borne ici à dire ce que l'expérience m'a enſeigné.

(a) Le Comité a fait des expériences pour apprécier les idées & les vues de ce Mémoire ſur la fabrique des Reſſorts ; il a fait ſuivre ſcrupuleuſement tous les procédés qui y ſont indiqués ; il a même découvert que quelques Artiſtes de Genève employoient déja avec ſuccès le Laminoir pour faire leurs Reſſorts, & il s'eſt convaincu par des expériences que les Reſſorts laminés étoient préférables aux Reſſorts forgés, parce qu'ils conſervoient mieux leur élaſticité & leur force ; mais en même tems il croit devoir ajouter pour l'inſtruction des Artiſtes qui voudront ſuivre ce procédé, qu'il faut être fort attentif à diminuer le tems du recuit à meſure que l'épaiſſeur des lames diminue ; parce que comme elles s'échauffent alors plus vîte, on riſqueroit de les ſurchauffer. Il faut ſe ſouvenir ſur-tout de ne jamais paſſer la couleur de ceriſe dans le recuit.

La TREMPE de l'Acier conſiſte à faire rougir l'Acier au feu juſqu'à ce qu'il prenne la couleur qui lui convient, à le plonger alors dans un grand vaſe plein d'une eau claire & fraiche, à le promener lentement dans cette maſſe d'eau juſqu'à ce qu'il ſoit bien refroidi. L'Acier qui a ſubi cette opération eſt trempé dur, mais auſſi il eſt devenu juſqu'à un certain point ſec & fragile, cependant ce n'eſt pas ſans retour; on diminue ſa ſêchereſſe, ſa dureté & ſa fragilité par le RECUIT, c'eſt-à-dire, en expoſant cet Acier trempé ſur la braiſe allumée, & en le faiſant chauffer juſqu'à ce qu'il ait acquis la couleur convenable à l'ouvrage pour lequel il eſt deſtiné.

Pour recuire une piéce d'Acier, il faut d'abord la blanchir avec la Pierre-ponce ou le Grès; après cela, on la poſe ſur des braiſes bien allumées, dont l'étendue & l'ardeur ſeront proportionnées à la groſſeur de la piéce qu'on veut recuire. On ſe place au grand jour, & l'on voit ſept couleurs ſe ſuccéder graduellement ſur l'Acier qui s'échauffe. Le *blanc* qui eſt la premiére couleur qu'on apperçoit, eſt la couleur de l'Acier; bientôt on voit naître une couleur foiblement *jaune* ou *paille* qui ſe remplace par une couleur *d'or* : cette couleur eſt effacée par une couleur *pourpre* ou de Cuivre rouge, qui ſe change enſuite en *violet* auquel ſuccéde le *bleu*, & enfin le *gris*, ou ce qu'on appelle *la couleur d'eau.* Voilà tout le ſecret du Recuit. Mais il y a bien des difficultés pour l'appliquer ſuivant les cas qui ſe préſentent, les ouvrages qu'on veut faire, la dureté qu'on veut conſerver, & celle dont on a beſoin. Auſſi, avant d'entrer dans ces détails importans, je veux poſer des principes généraux propres à diriger l'Artiſte dans toutes les circonſtances où il peut ſe rencontrer.

Je remarquerai d'abord que la ſcience de tremper l'Acier ſuppoſe la connoiſſance exacte du degré de chaleur qui convient à l'eſpèce d'Acier qu'on veut tremper. L'Acier naturel demande une chaleur moindre que l'Acier factice; le premier doit être trempé à la couleur Ceriſe & le ſecond à la couleur de Roſe, comme je l'ai déja remarqué. Si l'on trempoit l'Acier fin de Styrie à la couleur de Roſe, on auroit un Acier caſſant, un Acier *trempé ſec*; on pourra ſans-doute diminuer ſa dureté par le recuit; mais la piéce reſtera toujours imparfaite, elle en ſera plus caſſante & aura perdu de ſon reſſort. Si l'on trempe, au contraire, l'Acier factice à la couleur Ceriſe, qui eſt une nuance inférieure à la couleur de Roſe, cet Acier ne prendra pas toute la dureté qu'il peut avoir, & l'on ne réparera pas ce défaut en ne lui donnant que peu de recuit. Il faut donc tremper toujours l'Acier naturel lorſqu'il eſt rouge à la couleur Ceriſe, & l'Acier factice lorſqu'il eſt rouge à la couleur de Roſe. Il faut même obſerver des nuances plus ou moins fortes dans les couleurs, en les propor-

tionnant à la pureté de l'Acier & à la nature de la piéce qu'on veut tremper. Ainſi, par exemple, on prend une nuance plus haute pour les inſtrumens tranchants, & une plus baſſe lorſqu'on veut faire des reſſorts.

Pour bien concevoir la maniére de tremper, il faudroit pouvoir ſaiſir en quoi conſiſte l'action de la Trempe. Afin d'y parvenir, je plonge un morceau d'Acier rougi convenablement dans un vaiſſeau de verre blanc rempli d'une ſuffiſante quantité d'eau.

Si je conſidére ce morceau d'Acier rélativement au feu où il a été chauffé, j'obſerve que ſi on le chauffe par le moyen d'un ſoufflet dont les coups ſeroient trop forts, la piéce ne ſe chauffe pas également par-tout; deſorte qu'en la trempant dans cet état, les places trop chauffées ſeront aigres & paroîtront blanches quand elles ſeront découvertes; celles qui auront eu le degré de chaleur qui leur convenoit, ſeront traitables & deviendront griſes; enfin, celles qui auront été ſeulement chauffées à la couleur de bronze, ſeront molles & n'auront point acquis de couleur particuliére. Les premiéres offriront un grain brillant, groſſier & ſéparé, les ſecondes un grain fin & ſerré, & les troiſiémes un grain beaucoup plus fin que les premiéres & même que les ſecondes. Il paroît de-là qu'un feu trop fort rend la trempe mauvaiſe, parce qu'il altère les qualités de l'Acier qu'on veut tremper, & qu'il importe extrêmement de veiller avec ſoin au degré de chaleur qu'on lui fait ſupporter.

Quand on plonge dans l'eau l'Acier rougi au feu, on entend un bouillonnement qui continue juſqu'à ce que l'Acier ſoit refroidi; le bras qui tient la piéce éprouve une agitation ſemblable à celle qui ſeroit produite par le choc de pluſieurs grains de ſable contre l'Acier; enfin, dans le même moment, on voit s'élever de ſa ſurface une infinité de globules.

Voici une expérience curieuſe & propre à fixer l'attention. J'ai pris le bout d'un Canon de Fuſil, ſa longueur étoit de ſix pouces; j'y ai enfermé un morceau d'Acier fin de Styrie qui avoit deux lignes en quarré; j'ai fermé le Canon avec deux couvercles à vis; je les ai luttés avec de la terre glaiſe pour intercepter toute communication de l'Acier avec l'eau & l'air, de même que pour empêcher tout contact immédiat avec le feu; j'ai chauffé ce Canon preſque à blanc, afin que ſa ſurface intérieure fut au moins à la couleur de ceriſe; j'ai trempé le tout dans un vaſe plein d'eau froide. Le réfroidiſſement a été long. Après avoir délutté le Canon, j'ai trouvé que le morceau d'Acier n'avoit acquis aucune dureté. Il ſemble réſulter de-là, qu'il ne ſuffit pas que l'Acier ſoit chauffé convenablement, qu'il éprouve enſuite un froid ſuffiſant, mais qu'il faut encore le contact de l'air, ou celui de quelque corps froid.

La trempe ne durcit jamais une piéce maſſive d'Acier juſqu'à ſon centre ; peut-être eſt-ce préciſément parce que ſon intérieur n'eſt pas en contact immédiat avec l'air & avec le corps refroidiſſant ; il eſt au moins certain que la plus grande dureté d'une piéce d'Acier trempé eſt celle qu'on trouve dans ſes ſurfaces. Un morceau d'Acier qui a ſix lignes d'épaiſſeur & neuf lignes de largeur n'acquerra jamais de la dureté que dans l'épaiſſeur de deux lignes dans toutes ſes ſurfaces, en ſuppoſant que la piéce ſoit trempée à la couleur qui convient à l'Acier qu'on employe pour l'expérience. Il eſt vrai que ſi l'on augmente le degré de chaleur, l'action de la Trempe ſera plus profonde, & la croute durcie ſera plus épaiſſe ; mais auſſi, tandis que la dureté s'approche du centre, les ſurfaces s'altèrent & ſe perdent dans la même proportion.

L'Acier naturel ſe trempe d'une nuance au-deſſous de la couleur qui convient à l'Acier factice, parce que le premier eſt toujours plus dur ſous le marteau & ſous la lime que le ſecond ; deſorte que ſi on les trempoit tous les deux à la même couleur, l'Acier naturel conſerveroit la ſupériorité qu'il a ſur l'Acier factice quant à la dureté ; mais ce ſeroit peut-être en perdant d'autres qualités eſſentielles, ou en s'altérant au feu ſans devenir plus utile par cette dureté ſupérieure qu'il acquerroit.

Je dois placer ici une expérience de Mr. de Reaumur : il avoit tenté mille moyens pour tremper le Fer ſans employer de cément ; il avoit cherché vainement de le chauffer à toutes les nuances, même à blanc ; il n'obtint point une dureté remarquable. Il penſa encore de tremper le Fer ſuant ou en fuſion, & il trouva que ſon Fer étoit devenu très-dur, mais il n'avoit pas ſeulement alors du Fer trempé, il avoit changé ſon Fer en Acier. Si l'on prend une barre de Fer ; ſi on la chauffe juſqu'à ſuer & à pouvoir être ſoudée ; ſi on la plonge alors promptement dans l'eau fraiche, ſa ſurface ſera changée en Acier. On ne peut douter de la réalité de ce changement ; car en remettant cette barre au feu, en la chauffant à la couleur de ceriſe, & en la trempant auſſi ſouvent qu'on voudra, on trouvera toujours ſes ſurfaces dures. On peut faire facilement de l'Acier par ce moyen, mais il n'a que l'épaiſſeur d'une forte feuille de Parchemin.

Ce procédé peut être utile aux Payſans pour les Socs de charrue ; dans divers endroits, les Forgerons fabriquent ces ſocs avec un Fer pur, & ils croyent pouvoir ſe diſpenſer d'y joindre une miſe d'Acier, quand le ſol n'eſt pas pierreux ; mais ils ſe trompent, parce qu'il n'y a aucun terrein ſans petits cailloux, parce que le meilleur Fer ne vaut pas le plus mauvais Acier, & parce que le frottement continuel du ſoc contre les parties ſeules de la terre eſt ſuffiſant pour l'empê-

pêcher de faire la moitié du ſervice qu'on devroit en attendre, ſi au lieu d'être fait avec du Fer, il étoit bien aciéré. Voici donc ce que je propoſe pour prévenir ces inconvéniens. Je voudrois qu'on changeât le Fer en Acier par le moyen d'une chaude ſuante & par la trempe; ainſi, lorſque le Laboureur porte ſon ſoc au Forgeron pour en refaire le bec, le Forgeron, après avoir donné la chaude propre à faire ce bec, le fera chauffer de nouveau dans l'étendue d'environ deux pouces, juſqu'à ce que ce bec ſue, & qu'il ſoit en état d'être ſoudé, alors il le trempera promptement dans l'eau fraiche, & le ſoc aura acquis une dureté ſuffiſante. On pourra tremper de cette maniére les Pioches, les Fourches & tous ces gros outils auxquels on ne met point de miſe d'Acier, pour rendre leurs pointes & leurs tranchants plus durables. Les outils en ſeront auſſi ſolides, car la ſurface ſeule eſt changée en Acier, & l'intérieur eſt toujours du Fer; ils s'uſeront moins par le frottement, & je crois même que la matiére aura acquis de la ténacité & de la fermeté.

Il eſt vrai que les Forgerons de campagne doivent prendre garde de ne pas tremper leurs ouvrages, comme ils font communément, dans une eau non-ſeulement échauffée par le voiſinage de la forge & par les tenailles chaudes qu'on y jette, mais encore ſalie par le balay qu'on y plonge pour arroſer & balayer le feu.

Les caſſures qui ſe font aux piéces d'Acier, pendant qu'elles ſe réfroidiſſent dans l'eau où on les trempe, excitent toujours la crainte des Artiſtes, juſqu'à ce que l'opération ſoit achevée. On a cherché les cauſes de cet effet; mais, quoiqu'on en ait imaginé une foule, il ne paroît pas qu'on ait trouvé la véritable; ou du moins, on n'a pas découvert le moyen de la prévenir.

Je vais propoſer ici quelques idées ſur ce ſujet, & indiquer des moyens qui m'ont réuſſi pour obvier à ces redoutables caſſures.

J'ai obſervé qu'en écrouïſſant le Fer & l'Acier, ils ſe durciſſent & acquiérent de l'élaſticité; que ſi l'on continue à les écrouïr encore, ils ſe durciſſent davantage; qu'ils deviennent aigres, & que le nombre des caſſures s'accroît en proportion de la durée de l'écrouïſſement. L'Or, l'Argent & le Cuivre reſſentent les mêmes Phénomènes. Mais ce qui eſt très-remarquable, c'eſt que la trempe agit ſur l'Acier de la même maniére que le marteau; car, comme plus on écrouït l'Acier, plus il caſſe, de même plus on réitère la trempe d'un morceau d'Acier, & plus il s'y fait des caſſures. La progreſſion pour le nombre & la grandeur des caſſures eſt à-peu-près la même pour l'Acier trempé & pour l'Acier battu.

Les réflexions que j'ai faites ſur ces rapports m'ont appris le moyen de prévenir les caſſures que la trempe peut occaſionner. Je prends

pour cela un vaiſſeau ſuffiſamment grand pour y plonger la piéce que je veux tremper ; je le remplis de ſuif ou de graiſſes animales que je fais fondre ſi la piéce eſt petite, mais que je laiſſe figées ſi la piéce eſt groſſe ; alors, avant de tremper la piéce dans l'eau, je la fais rougir à la couleur ceriſe ; je la trempe dans ce ſuif où je la laiſſe éteindre, & je la retire de là pour la remettre au feu, la faire rougir de nouveau & la tremper enſuite à l'eau : par ce moyen, on peut hardiment tremper pluſieurs fois la même piéce, ſans craindre ni les caſſures ni les gerſures, pourvu que chaque fois, avant de tremper la piéce dans l'eau, on ait le ſoin de la faire rougir à la couleur ceriſe, & de l'étendre enſuite dans le ſuif. On obtient ainſi l'avantage de pouvoir travailler de nouveau ſa piéce, ſi cela eſt néceſſaire, parce qu'on peut l'amollir en la rougiſſant au feu ; & on doit le faire ſans ſcrupule, puiſqu'on peut procéder à la trempe qu'on fait ordinairement dans l'eau ſans avoir aucune crainte, & avec l'aſſurance que la piéce ne ſouffrira aucune altération. Cette méthode eſt également bonne pour tous les Aciers ſoit factices ſoit naturels, purs ou en Etoffes ; mais il faut alors être attentif à donner pour la trempe dans le ſuif la même couleur qu'il faut donner à cet Acier pour la trempe dans l'eau. Il faudra donc tremper dans le ſuif l'Acier naturel à la couleur ceriſe & l'Acier factice à la couleur de roſe. Par ce moyen, on pourra tremper ſans aucune crainte dans l'eau les piéces importantes & ſujettes à s'éclater, tels que les Coins de monnoye, les Cylindres de laminoirs, les Reſſorts & tous les inſtrumens de Coutellerie.

Les Menuiſiers, les Tourneurs, les Sculpteurs pourront même facilement réparer leurs outils qui ſont pour l'ordinaire aſſez mal trempés, & qu'on eſt obligé d'éguiſer ſouvent. Pour les rendre parfaitement bons, il ſuffiroit de les retremper ; mais cette ſeconde trempe y cauſe ſouvent des fentes & des caſſures qu'on préviendra ſûrement, en ayant ſoin de tremper dans le ſuif ces outils avant de les tremper dans l'eau. (*a*)

Mais dans quelle liqueur faut-il tremper l'Acier ? On a imaginé mille compoſitions dont les unes ſont inutiles & les autres contraires au but qu'on ſe propoſe. Il eſt clair que toutes les liqueurs froides peuvent ſervir à tremper l'Acier ; mais il eſt évident que ce qui con-

(*a*) Le Comité en répétant le procédé indiqué par le Mémoire, a obſervé que le nombre & la grandeur des caſſures de l'Acier étoient proportionnels à la répétition des Trempes, & que la Trempe au ſuif exécutée de la maniére preſcrite permettoit de tremper impunément dans l'eau la même piéce au moins juſqu'à ſix fois. Il a auſſi obſervé qu'il importoit beaucoup d'écrouir le moins qu'il ſeroit poſſible les piéces qu'on voudroit tremper, & ſur-tout celles qu'il faudroit tremper ſouvent.

viendra le mieux pour faire une bonne trempe, ſera ce qui durcira le plus l'Acier, en lui conſervant ſes qualités; or ce qui durcira le mieux l'Acier, c'eſt ce qui le refroidira avec la plus grande promptitude. Donc, l'eau pure eſt la liqueur qu'on doit choiſir pour cet effet entre toutes les autres liqueurs, pourvu qu'elle ſoit claire & fraiche. Les ſels diſſous dans l'eau durciſſent bien davantage l'Acier, parce qu'ils rendent l'eau plus fraiche & plus denſe. Mr. de Reaumur qui a multiplié les expériences ſur cette matiére, a trouvé encore que l'Eau-forte & le Mercure ſont les fluides dans leſquels l'Acier qu'on y trempe acquiert la plus grande dureté, mais ces liqueurs ſeroient l'objet d'une groſſe dépenſe pour les Ouvriers; d'ailleurs la difficulté de les renouveller, quand elles ſeroient échauffées par la piéce qu'on y tremperoit, contribueroit à rendre leur trempe moins bonne, ſur-tout ſi la piéce étoit groſſe, & qu'elle échauffât ſenſiblement la liqueur où on la tremperoit.

Toutes les liqueurs paroiſſent devenir moins propres pour la trempe en proportion de la répétition des trempes qu'on y a faites. L'Huile dans laquelle on a trempé diverſes piéces d'Acier, a une lumiére plus ſombre. Auſſi, ceux qui mettent de l'exactitude dans l'opération de la trempe, remuent l'eau dont ils ſe ſervent pour chaque piéce; & ils la renouvellent lorſqu'ils y ont trempé dix-huit ou vingt fois des piéces qui ne ſont pas bien groſſes.

Je ne ſaurois conſeiller la diſſolution des ſels dans l'eau pour augmenter la dureté de la trempe. Il eſt vrai que l'Acier en devient plus dur, mais il eſt auſſi beaucoup plus caſſant. Il arrive même qu'il tombe en éclats pendant qu'on le trempe dans ces diſſolutions. J'ai forgé des lames d'Acier de ſept ou huit pouces de longueur, d'un pouce de largeur & d'une ligne & demi d'épaiſſeur pour un côté, tandis que l'autre avoit à peine demi ligne; je les ai chauffées à la couleur ceriſe, & je les ai trempées dans l'eau-forte & dans des diſſolutions de ſel marin, de ſel ammoniac, de nitre; mais j'ai entendu l'Acier s'y fendre, y éclater, & ſes morceaux tomber au fond de la liqueur.

L'huile peut ſervir pour tremper l'Acier, mais elle ne le trempe bien que lorſque les piéces ſont minces; quand elles ont une épaiſſeur plus forte que celle d'une ligne & demi, elles ne ſauroient devenir dures en les trempant dans cette liqueur.

C'eſt un principe certain que tout ce qui refroidit promptement l'Acier rougi à la couleur ceriſe, eſt auſſi propre à le tremper; car ſi l'on fait chauffer un morceau d'Acier qui ait deux lignes de largeur & une ligne d'épaiſſeur, & qu'on le ſerre promptement lorſqu'il eſt rouge entre les mâchoires bien dreſſées d'un fort Etau d'attelier,

l'Acier

l'Acier ſera trempé dur quand il ſera refroidi ; il réſiſtera à toutes les limes, & il offrira un très-beau grain.

Cette derniére expérience ſuffit pour montrer l'inutilité des recherches qu'on a faites & qu'on peut faire pour trouver une liqueur qui puiſſe donner à l'Acier qu'on y trempera une plus grande dureté. D'ailleurs, on voit très-ſouvent divers ouvrages d'Acier très-mauvais, ſeulement parce qu'ils ſont trop durs ; ainſi, par exemple, les reſſorts ne caſſent pour l'ordinaire qu'à cauſe de la dureté de leur trempe, de même que les Coins de monnoye & les Cylindres des laminoirs. Les Lancettes ne perdent leurs pointes ſur la peau, les Raſoirs ne s'ébrèchent ſur les poils de la barbe, que parce que la trempe leur a donné trop de dureté. Les Couteaux, les Ciſeaux ne ſe rompent en tombant que parce que l'Acier qui les compoſe eſt trop dur. Il eſt donc évident que les inſtrumens d'Acier deviennent mauvais, lorſque la trempe les rend trop durs ; par conſéquent, il eſt abſurde de chercher à augmenter cette dureté.

Mais il faut obſerver ſoigneuſement de proportionner la dureté de l'inſtrument à l'effort qu'il doit ſoutenir & à la matiére qu'il doit entamer. Il faut pour cela tremper l'Acier à la couleur qui lui convient le mieux pour conſerver ſes qualités, & enſuite lui donner le recuit qui le rendra le plus propre, par la dureté qu'il lui laiſſera, à l'inſtrument pour lequel il eſt deſtiné. Mais avant d'entrer dans ce détail, je vais faire connoître les ouvrages d'Acier qui ont beſoin de toute la dureté que la trempe peut leur donner, & qui ne doivent point ſubir l'opération du recuit pour être rendus moins durs.

Tel eſt d'abord le *Briquet*, auquel il faut donner toute la dureté poſſible, & pour lequel on ne craint ni les éclats ni les caſſures ; auſſi, on peut les tremper dans l'urine pure ou mêlée avec une quantité égale d'eau.

On croit communément qu'il faut de même donner aux Batteries d'armes à feu toute la dureté qu'elles peuvent recevoir de la trempe. Cependant, j'ai éprouvé que des Batteries d'armes à feu renfermées dans un fort cément & trempées dans l'urine, après une heure de feu, ne pouvoient donner des étincelles parce qu'elles étoient plus dures que les pierres qu'elles frappoient ; je les ai recuites à la couleur d'or, & elles ont fourni de belles étincelles.

Les Coins de monnoye, les Cylindres de laminoirs demandent toute la dureté que la trempe à l'eau peut leur donner, deſorte qu'il ne conviendroit pas de les recuire. Il en eſt de même des Etampes, des Matrices, de certains Mandrins, des Enclumes & des Marteaux.

Les Rapes & les Limes ne devroient ſubir aucun recuit après la trempe ; & même, ſi elles n'étoient pas auſſi faciles à ſe caſſer, il

faudroit les tremper dans l'urine & dans les diſſolutions de ſels ; mais on eſt ici forcé de ſacrifier quelque choſe à la ſolidité de l'outil.

Les Fuſils pour donner le fil aux Couteaux, les Bruniſſoirs à brillanter les Métaux, les Aliſoirs doivent être trempés durs & ſans recuit. Comme les Bruniſſoirs & les Aliſoirs deviennent de mauvais outils quand ils ſe fendent par la trempe, ce qui arrive très-ſouvent, je dois faire obſerver qu'on préviendra ce défaut en ſe ſervant de la trempe au ſuif, telle que je l'ai indiquée, & en évitant de forger à froid l'Acier qu'on y employe. Je ferai les mêmes remarques pour tous les outils qui ſervent, comme les Bruniſſoirs, & pour les Couteaux à parer les peaux.

Enfin, tous les outils des Laboratoires qu'on appelle Fraiſes, Grateaux, Grattoirs, Ebarboirs, Couſſinets de Filiéres, de même que ceux qui ſont à tranchants & à biſeaux courts ne doivent recevoir aucun recuit. En général, il ne faut donner aucun recuit aux inſtrumens qui ne riſquent pas de s'ébrêcher, parce qu'ils ont plus de force en conſervant toute leur dureté.

Pour diminuer la dureté de l'Acier, on lui donne un recuit qui doit être proportionné au degré de dureté qu'on veut lui conſerver, & l'on ſuit pour cela ce procédé. On blanchit d'abord l'Acier trempé avec du Grès ou avec la Pierre Ponce ; on le place enſuite ſur le feu, où il peut prendre ſept couleurs très-diſtinctes ; c'eſt par ces couleurs que l'Artiſte peut déterminer le degré de dureté qu'il veut conſerver à l'Acier qu'il recuit, ſelon l'uſage qu'il veut en faire.

Voici le Tableau de ces couleurs dans l'ordre où on les voit paroître ſur le feu. Il faut ſe ſouvenir que la dureté de l'Acier diminue comme le nombre qui indique le degré de ces couleurs augmente. Ainſi le numero 1 annonce que l'Acier trempé a toute ſa dureté, & le numero 7 indique que c'eſt le dernier degré de dureté qui puiſſe être marqué par les couleurs.

N°. 1 Blanc ou la couleur naturelle de l'Acier trempé dur.
2 Paille ou petit jaune.
3 Or ou beau jaune.
4 Pourpre ou Cuivre rouge.
5 Violet.
6 Bleu.
7 Couleur d'eau ou gris.

Le Numero 1 qui eſt la couleur de l'Acier trempé dans toute ſa dureté indique la trempe qui convient à tous les outils qui n'ont pas beſoin d'être recuits après avoir été trempés.

Le N°. 2 ou la *Couleur paille* convient à tous les tranchants forts, aux outils pour tourner le Fer & l'Acier, pour ciſeler ces métaux,

pour travailler en ſculpture ſur le marbre ; en un mot, cette couleur ſera celle qu'on employera pour tous les Ciſeaux & Gouges deſtinés à agir ſur les métaux & les pierres dures ; on réſerve encore cette couleur pour les Raſoirs faits avec l'Acier fondu.

Le N°. 3 ou la *Couleur d'or* eſt la couleur propre aux Burins & Echoppes des Graveurs, aux Forets, Pointeaux, Poinçons & Tareaux de Filiére ; aux ouvrages de Coutellerie, ſoit inſtrumens de Chirurgie, ſoit Ciſeaux qu'on employe pour couper : cette couleur eſt encore celle qu'exigent les outils dont on ſe ſert pour travailler le bois, comme ceux des Sculpteurs, Tourneurs, Menuiſiers &c. Enfin, c'eſt la couleur preſcrite pour les Couteaux deſtinés à parer les peaux.

Le N°. 4 ou la *Couleur pourpre*, ſoit *Cuivre rouge*, eſt la couleur fixée pour les Couteaux de poche, de table, de cuiſine, de boucherie, de même que pour les outils d'Agriculture & pour ceux des Tailleurs de pierre.

Le N°. 5 ou la *Couleur violette* convient aux Reſſorts, pour rendre leurs ſurfaces plus belles & pour les préſerver de la rouille.

Le N°. 6 ou la *Couleur bleue* eſt celle de tous les Reſſorts, mais ſur-tout des grands Reſſorts des Montres, des Pendules & des Quadractures, de même que des Reſſorts pour la Coutellerie & Serrurerie. C'eſt la couleur qu'il faut donner aux Sabres & aux Epées. Cette couleur convient auſſi aux piéces qu'on trempe pour leur faire mieux ſupporter les frottemens, & pour les préſerver de la rouille ; c'eſt encore pour cela qu'on le donne aux Pignons, aux Baſcules, aux Encliquetages &c.

C'eſt au bleu ou tout au plus au violet qu'il faut recuire les Gardes d'Epée d'Acier, les Chaînes de Montre, les Baſcules & tous les ouvrages ſemblables faits avec l'Acier pur ; s'ils caſſent auſſi facilement, c'eſt parce qu'on ne leur donne aucun recuit après la trempe. Enfin, l'on doit obſerver que le bleu eſt ſur-tout la couleur qui convient aux ouvrages d'Acier qu'on veut damaſquiner.

Le N°. 7 ou la *Couleur d'eau*, ou la *Couleur griſe*, eſt choiſie par pluſieurs Artiſtes pour les grands Reſſorts des Montres & des Pendules, mais je crois que la couleur bleue ou la couleur du bleu foncé eſt préférable, parce que dans une lame auſſi longue que celle d'un Reſſort, il y aura pluſieurs places qui auroient entiérement perdu leur trempe, ſi on les revenoit juſqu'à la couleur d'eau, & parce que les Reſſorts revenus au bleu ont une élaſticité plus égale dans toute la longueur de leur lame. La couleur d'eau doit être la couleur à laquelle il faut revenir les Reſſorts de voiture faits avec l'Acier pur ; car ceux qui ſeront faits avec une Etoffe compoſée d'Acier & de Fer doivent être revenus à la couleur bleue. Enfin, la couleur d'eau doit

être donnée aux Fleurets pour empêcher qu'ils ne ſe caſſent. Cette couleur doit être encore réſervée pour les Bandages qu'on employe dans les Hernies & pour les Tire-bouchons.

On a pu facilement remarquer que chaque ouvrage d'Acier a un recuit déterminé, & qu'ils n'ont acquis leur perfection, que lorſqu'ils ont préciſément reçu ce recuit; mais pour parvenir à le leur donner avec cette préciſion, il faut ſaiſir habilement un point de couleur qui ne dure pas ſur un feu régulier plus de cinq ou ſix ſecondes, quand la piéce eſt mince; elle paſſe alors rapidement d'une nuance à l'autre, & s'amollit à proportion. De même, la piéce ſera manquée, ſi la crainte de cet écueil fait tomber dans l'écueil oppoſé, & ſi on ne recuit pas aſſez l'Acier de peur de le recuire trop.

On a cherché divers moyens pour rendre cette opération du recuit exacte, & pour prévenir les riſques qu'on court ſi aiſément d'être en deçà ou en delà du point qu'on cherche : je vais les faire connoître.

Les Horlogers blanchiſſent avec une Pierre ponce les piéces qu'ils veulent recuire ou faire revenir, ils les poſent ſur des braiſes bien allumées, ils ſe placent à un beau jour, & ils jugent alors le degré de recuit qu'ils veulent donner par la nuance de la couleur qu'ils obſervent.

Il y a des Ouvriers qui ſoufflent avec un Chalumeau la flamme d'une chandelle ſur la partie de la piéce d'Acier trempé qu'ils veulent amollir, afin de conſerver au reſte de la piéce toute ſa dureté; c'eſt ce qu'on pratique, par exemple, avantageuſement pour le trou de l'Ancre d'échappement.

Les Arquebuſiers ont des méthodes différentes pour eſtimer le recuit qu'ils donnent. Les uns mettent leurs piéces au feu ſans les blanchir, & ils touchent alors leurs piéces avec le tuyau d'une Plume; lorſque la Plume s'amollit, ils redoublent leur attention; & ſi tôt qu'elle s'attache ſur les piéces, ils jugent alors qu'il faut les retirer du feu, & ils les plongent dans l'eau. D'autres ſubſtituent à l'uſage des Plumes celui des bois de Noyer, ou de Hêtre, ou de Chêne.

Ces deux procédés ſont peu ſûrs; ils ne font pas connoître ſi toutes les places des piéces ſont également recuites, ce qui eſt de la plus haute importance. Les Reſſorts des Platines caſſent ſouvent au premier eſſay, préciſément dans l'endroit qui n'aura pas été revenu à la couleur du gros bleu comme les autres; & ils perdent leur élaſticité quand ils ſont revenus au gris. D'ailleurs, les plumes & les bois s'attachent preſque autant à l'Acier revenu violet qu'à l'Acier revenu au bleu & même à la couleur griſe : D'où il réſulte que la vue des couleurs eſt plus ſûre que l'adhérence des plumes & des bois.

Il y a des Artiſtes qui oignent leurs piéces d'Acier d'huile ou de

ſuif, qui les poſent alors ſur des braiſes bien allumées, qui agitent l'air avec un écran pour animer le feu & produire une petite flamme, enfin qui retirent leurs piéces du feu quand l'huile s'eſt enflammée, laiſſent alors l'huile ſe brûler, & plongent les piéces dans l'eau quand la flamme eſt éteinte. Cette méthode eſt bonne, mais elle a ſes défauts. Il arrive ſouvent que les craſſes du feu répandues ſur l'huile l'empêchent de s'enflammer par-tout, ce qui rend alors le recuit inégal. On ſait que l'huile s'enflamme quand la piéce d'Acier dont elle eſt couverte eſt revenue à la couleur pourpre, & qu'elle eſt revenue à la couleur bleue & au-delà, lorſque l'huile eſt brûlée.

Pour donner à cette méthode la préciſion qu'elle n'a pas, je recuis deux fois la piéce d'Acier ſur les mêmes principes; c'eſt-à-dire, je recuis d'abord la piéce au ſuif ou à l'huile ſuivant le procédé indiqué plus haut; en la ſortant de l'eau, j'eſſuye bien les craſſes qu'elle peut avoir; je la replonge pour la ſeconde fois dans l'huile ou dans le ſuif fondu; je la replace ſur le feu; je la retire quand l'huile s'eſt enflammée, & je la plonge dans l'eau quand l'huile ceſſe de brûler. Il faut obſerver que lorſqu'on réitère l'opération, il convient de placer ſur le feu le côté de la piéce qui ne l'avoit pas touché pendant la premiére opération, parce que le côté qui touche immédiatement le feu, s'échauffe davantage. Par ce moyen, les deux côtés auront été également chauffés, & les défauts de la premiére opération ſeront réparés par la ſeconde. Cette méthode convient ſur-tout aux piéces d'Acier & aux Reſſorts qui ont des formes irréguliéres, ou des épaiſſeurs inégales; tels ſont les Reſſorts doubles, les Reſſorts en forme de ſerpent, de boudin, de ſpirale &c. Elle eſt également précieuſe pour les piéces dont l'œil ne peut ſaiſir à la fois toute la longueur.

On ne doit pas craindre que l'Acier perde ſa dureté par un ſecond recuit; une foule d'expériences m'ont appris qu'on peut faire revenir pluſieurs fois la même piéce d'Acier à la même couleur, ſans altérer ſa dureté, pourvu qu'on ne paſſe pas la couleur donnée à la premiére fois, & qu'on ait ſoin d'éteindre toujours la piéce dans l'eau, quand on lui a donné la couleur deſirée.

Les Couteliers ont diverſes maniéres pour recuire leurs piéces d'Acier; ils les blanchiſſent avec du grès; ils les poſent ſur le feu; portant les charbons les plus ardens vers les parties les plus épaiſſes de la piéce, ils agitent l'air, & ils trempent leur piéce à l'eau quand elle a atteint la couleur déterminée: ils placent auſſi leurs petites piéces, comme les Lancettes & les Canifs, ſur un petit gril de fil-d'archal qu'on met ſur la petite braiſe allumée. Il y en a qui font rougir fortement leurs groſſes tenailles de forge, & qui s'en ſervent pour pincer la partie de la piéce d'Acier blanchie qu'ils veulent faire

revenir au blanc, en réſervant les parties antérieures pour la couleur d'or ou pour la couleur pourpre. Alors ils coulent ſucceſſivement les tenailles dans la longueur de la lame, & ils donnent ſucceſſivement ces différentes couleurs. On ſe ſert ſur-tout de cette méthode pour les lames minces faites avec un Acier pur; mais il faut avoir ſoin alors d'en recuire le dos au bleu, en donnant la couleur de pourpre à la partie qui s'étend depuis le milieu juſqu'au tranchant; ſans cette précaution, les plus petits efforts feroient caſſer ces lames.

Dans la Taillanderie, on ſuit encore d'autres procédés. Les Ouvriers ont des piéces plus maſſives à traiter, tels ſont les Marteaux des Tailleurs de pierre, les Pioches, les Haches, les Coutres, les inſtrumens d'Agriculture. Ils font chauffer trois ou quatre pouces de la piéce, dont ils ne trempent qu'un pouce & demi dans l'eau; le reſte de la chaleur de la partie qui n'a pas été trempée échauffe la partie refroidie dans l'eau, alors ils voyent au jour la chaleur s'augmenter; & lorſque la pointe ou l'extrêmité du tranchant acquiert la couleur qu'ils veulent donner; ils jugent le recuit ſuffiſant, & ils éteignent alors cette piéce dans l'eau. On ſuit cette méthode pour les Forets, Ciſeaux, Ciſelets, Poinçons &c.; mais pour la rendre plus exacte, il faut blanchir l'extrêmité de la piéce avec du grès auſſitôt que le bout a été trempé, car la blancheur que l'Acier acquiert par la trempe n'eſt pas ſuffiſante. La négligence de cette précaution eſt condamnable 1°. parce que ſi l'Acier eſt, comme on dit, découvert à blanc, il aura été trempé trop chaud, & le tranchant caſſera; 2°. parce que ſi l'Acier a été trempé comme il faut, il n'eſt pas aſſez blanc pour bien juger la couleur du recuit.

Des Céments.

Il me reſte à parler des Céments propres à renfermer les ouvrages d'Acier auxquels on veut donner une trempe plus dure que la trempe naturelle; on appelle cette trempe LA TREMPE EN PAQUET. J'obſerverai d'abord que je ſuis bien éloigné de croire avec beaucoup d'Artiſtes qu'il faut tremper tout en paquet. Je regarde cette opération comme inutile pour divers ouvrages d'Acier & très-nuiſible à d'autres. Je vais entrer dans quelques détails.

L'on trempe en paquet, lorſqu'on place l'Acier au milieu de quelques matiéres inflammables dans des boëtes de Fer qu'on expoſe au feu dans cet état. J'ai remarqué que par ce moyen, une heure de chaleur ne durcit l'Acier que dans l'épaiſſeur d'une feuille de Parchemin, deſorte que la ſurface ſeule de l'Acier acquiert cette dureté.

Mais ſi cette ſurface devient plus dure, elle devient auſſi plus caſſante & plus ſêche : Ce qui rend l'Acier moins élaſtique, plus ſujet à ſe rouiller, & plus caſſant à la trempe à l'eau.

La dureté communiquée à l'Acier par la Trempe en paquet nuit encore aux Batteries d'armes à feu, qu'elle rend inutiles, & à la plûpart des inſtrumens d'Acier, qu'elle fait caſſer ; d'où il réſulte néceſſairement que les Céments nuiſent à l'Acier. D'ailleurs, comme le meilleur Cément ne peut donner à l'Acier qui y eſt chauffé pendant une heure qu'une croute dure de l'épaiſſeur d'une feuille de Parchemin, il eſt clair que cette croute ſera réduite preſque à rien, ſi l'on veut en polir les ſurfaces, de maniére qu'il n'y reſte abſolument aucun trait : il eſt donc inutile dans ces cas de tremper l'Acier en paquet. Outre cela, les ſels qu'on joint aux Céments rongent encore les ſurfaces, y forment des cavités qu'il faut néceſſairement effacer avec la pierre à huile & avec l'émeril, ce qui emporte abſolument encore le produit de la Trempe en paquet ; deſorte qu'il ne reſte à l'Acier trempé de cette maniére que les caſſures & les gerſures qui ſe manifeſtent, par exemple, dans les Coins de monnoye, & qui les font éclater au premier ou au ſecond coup de Balancier.

Mais ſi j'exclus l'uſage des Céments dont on ſe ſert communément pour la dureté de l'Acier, j'en recommande l'emploi pour chauffer les Coins de monnoye, les Cylindres des Laminoirs, les Etampes & les piéces ciſelées & gravées avant de les tremper. Alors, ces Céments ſervent à mettre ces ſurfaces précieuſes à l'abri du contact immédiat du feu ouvert, qui les gâteroit en y formant quelques écailles. C'eſt auſſi pour cela que j'ôte de ce Cément toutes les ſubſtances ſalines, & que je me borne à recommander ſeulement dans ces cas le charbon de bois bien pulvériſé. Je crois donc que la Trempe en paquet ne peut ſervir que pour les Limes & les Rapes, parce que ces outils ne ſauroient être trop durs, parce que la croute qui ſe durcit dans ces outils, quelque mince qu'elle ſoit, leur reſte entiérement, & parce que le Cément change en Acier les veines de Fer qui peuvent s'y trouver. Toutes ces raiſons rendent la Trempe en paquet abſolument néceſſaire pour les Limes & les Rapes.

On employera de même utilement les Céments pour augmenter la dureté du Fer ; mais alors tremper le Fer en paquet, c'eſt changer les ſurfaces du Fer en Acier. Toutes les matiéres inflammables ſont propres à produire cet effet.

On a une foule de recettes pour tremper en paquet ; mais elles reviennent preſque toutes à une ſeule, parce que les matiéres les plus propres à faire réuſſir cette opération ſont la pouſſiére de charbon de bois, la ſuïe, les ſubſtances animales, comme les cheveux, les crins

& les peaux, enfin les ſels. Mais il arrive auſſi qu'en multipliant ces drogues & ſur-tout les ſels, on eſt forcé, pour diminuer leur effet & émouſſer la pointe des ſels, de joindre dans les compoſitions où ils entrent des correctifs & des abſorbants, tels que les cendres. Sans cette précaution, l'Acier deviendroit intraitable, & l'on auroit toujours à craindre ſes gerſures & ſes caſſures. Mais c'eſt ôter d'un côté ce qu'on donne de l'autre. J'ai donc cherché les moyens de prévenir ces accidens, en banniſſant les ſels de mon Cément; & je ſuis parvenu en même tems à en proſcrire les abſorbants.

Je compoſe mon Cément de ſuye, de charbon & de peaux; j'ai obſervé que la ſuye la meilleure eſt celle des Cheminées de cuiſine; que le charbon qu'on doit préférer eſt celui de Chêne ou de Hêtre, & qu'on doit le réduire en poudre; enfin que les peaux animales ſont les peaux balayées dans les boutiques des Cordonniers, réduites en charbon à l'air ouvert, étouffées enſuite & pulvériſées. Je mêle enſemble à parties égales, auſſi bien que je le puis, ces trois ſubſtances pulvériſées; je les employe en poudre ſans en humecter le mêlange; & ſuivant les uſages reçus, je mets dans un creuſet ou dans une boëte de tôle une couche de ce Cément qui ait environ deux lignes d'épaiſſeur, puis une couche de piéces d'Acier couverte d'une couche ſemblable de Cément; puis une ſeconde couche d'Acier & de Cément, & ainſi de ſuite juſqu'à la fin. Il faut avoir ſoin encore de bien lutter le paquet avec de la terre graſſe, & ſur-tout de ne pas faire les paquets trop gros, parce que le centre ne peut pas alors ſe bien chauffer dans l'eſpace d'une heure. Il arrive même que ſi les ſurfaces du paquet ont éprouvé trois quarts d'heure de feu, le centre l'a éprouvé ſeulement pendant un quart d'heure, & ſouvent pendant un tems moins long. Pour éviter cet inconvénient, il faut donc faire les paquets larges, longs & plats, & il vaut toujours mieux augmenter l'étendue des couches que leur hauteur. Il y a des piéces pour leſquelles il ſuffit de faire une enveloppe de terre glaiſe ou de terre à four, pourvu qu'on la laiſſe bien ſécher avant de la mettre au feu; cette enveloppe renferme la piéce & le Cément. *(a)*

Le Cément que je preſcris change en Acier les lames de Fer qui ont une ligne d'épaiſſeur, après qu'elles ont été expoſées au feu avec lui pendant une heure & demi. On trouve toujours leurs ſurfaces ſans caſſures, ni gerſures, ni bourſouflures; elles ſont parfaitement ſaines & nettes à tous égards. Je

(a) Le Comité des Arts s'eſt ſervi de ce Cément dans les expériences heureuſes qu'il a faites en ſuivant les procédés du Mémoire pour la fabrique des Limes, & dont il a déja donné les réſultats dans une Note placée plus haut.

Je terminerai ce Mémoire par quelques réflexions ſur les grands Reſſorts des Montres & des Pendules. Obſervons d'abord que les moyens employés par les Faiſeurs de Reſſorts pour traiter leur Acier, pour le tremper & pour le recuire ſont très-bons; il ſembleroit même qu'après un travail ſi bien ſuivi, aucun Reſſort ne devroit jamais ſe caſſer. Cependant, il y en a un grand nombre qui ſe caſſent, ſoit quand on les redreſſe après la trempe & le premier recuit, ſoit quand on les contourne après le ſecond recuit pour les placer dans le Barillet, ſoit quand la montre chemine, quand elle s'arrête, quand elle eſt poſée à plat ou qu'elle eſt pendue, quand elle eſt au froid ou au chaud.

Ces caſſures viennent ſans-doute de ce qu'on forge trop l'Acier à froid; car, comme je l'ai dit, l'écrouïſſement gâte beaucoup l'Acier & par conſéquent les Reſſorts. En effet, le Forgeron qui fait les Reſſorts en forge d'abord les lames à froid; enſuite ceux qui finiſſent ces Reſſorts les forgent de nouveau, juſqu'à ce qu'ils ayent bien égaliſé l'épaiſſeur de toutes les parties de leurs ſurfaces. Auſſi, on trouve ſouvent ſur leurs bords des crevaſſes & des caſſures.

Il réſulte donc delà que, pour faire de bons Reſſorts, il faut les forger le moins poſſible, ceſſer de les forger quand la rougeur finit, les chauffer à la couleur ceriſe autant de fois qu'il ſera néceſſaire pour leur donner l'épaiſſeur convenable; enſuite les égaliſer avec la lime, leur donner une trempe au ſuif fondu, puis les tremper à l'huile & les recuire ſuivant la coutume.

Ce Mémoire doit apprendre aux Artiſtes 1°. qu'on ne peut connoître l'Acier qu'en le ſoumettant à l'action du feu, par laquelle on juge le degré de chaleur qu'il peut ſupporter; qu'en le trempant pour découvrir ſa nature par la qualité de ſon grain, & connoître le degré de chaleur qui peut lui donner la meilleure trempe; enfin, qu'en poliſſant ſes ſurfaces pour eſtimer ſon homogénéité.

2°. Il montre que la violence & la durée du feu altèrent l'Acier en le ſurchauffant; qu'on doit employer l'Acier cémenté pour les piéces frottantes; qu'il ne faut forger l'Acier que lorſqu'il a été ſurchauffé pour réparer l'altération qu'il a ſoufferte; & ſur-tout qu'il faut ſoigneuſement éviter de le forger quand on peut redouter ſes caſſures.

3°. Il enſeigne que pour bien tremper l'Acier, il faut bien connoître le degré de chaleur convenable à chaque eſpèce d'Acier; que le recuit donné après la trempe approprie ſeul l'Acier aux divers uſages des inſtrumens qu'on en fait, en donnant exactement à chaque inſtrument la force & la dureté qu'il doit avoir.

4°. Enfin, que l'uſage des Céments ne peut convenir pour tremper

l'Acier, que lorſqu'il s'agit des Rapes & des Limes auxquelles il eſt abſolument néceſſaire afin d'augmenter leur dureté; que la trempe au ſuif prévient les caſſures occaſionnées toujours par la pratique ordinaire dans les piéces d'Acier qu'on trempe pluſieurs fois; qu'il faut ôter ſcrupuleuſement les ſels dans la compoſition des Céments; & ſe ſouvenir que le Cément qu'on doit employer ſera très-bon, s'il eſt uniquement compoſé de parties égales de ſuye, de poudre de charbon de bois & de poudre de peaux brûlées.

ADDITION AU PRÉCÉDENT MÉMOIRE

Par le même Auteur,

Sur la Cambrure des piéces d'Acier qu'on trempe & ſur leur redreſſement.

UNE piéce d'Acier ſe cambre à la trempe lorſqu'elle change ſa figure platte pour faire un arc plus ou moins grand. Ce changement paroît provenir 1°. de l'irrégularité de la percuſſion dans toute l'étendue de la piéce: 2°. de la négligence de l'Artiſte qui n'aura pas conſervé toujours ſa piéce droite en la forgeant.

Si l'on prend une lame d'Acier qui ait un pied de longueur, un pouce de largeur & une ligne ou deux d'épaiſſeur, & qu'on la forge de maniére que le même côté ſoit toujours appliqué ſur l'Enclume, tandis que l'autre recevra tous les coups de marteau, ce dernier côté deviendra concave, pendant que l'autre ſera convexe. Alors, qu'on laiſſe refroidir cette lame, qu'on la dégauchiſſe & qu'on la dreſſe à froid; qu'on marque le côté qui a été convexe, & puis qu'on trempe la lame: On trouvera qu'elle aura repris à-peu-près la forme qu'elle avoit avant d'avoir été dreſſée à froid, à moins qu'il n'y ait dans les côtés une veine de Fer conſidérable. Celle-ci pourroit former un arc oppoſé au premier, parce que le raccourciſſement du Fer à la trempe eſt plus grand que celui de l'Acier.

Il réſulte donc clairement de cette expérience, que pour prévenir la cambrure des piéces d'Acier qu'on veut tremper, il faut les forger ſur les deux côtés avec toute la régularité poſſible, en donnant à chacun, autant qu'on le pourra, le même nombre de coups d'une force égale; ce qui ſe fera, ſi l'on tourne la piéce ſur l'enclume toutes les fois qu'on l'aura forgée d'un bout à l'autre, alors chaque

côté deviendra à ſon tour convexe & concave ; toutes les fibres du métal conſerveront la même force, & leurs efforts à la trempe ſeront ſemblables. Pour réuſſir plus ſurement, il faut encore donner à la piéce la forme qu'elle doit avoir, pendant qu'elle eſt à la couleur de ceriſe.

Quand l'Artiſte aura obſervé ces précautions avant la trempe, il en aura d'autres à pratiquer dans le moment qu'il trempera ſes piéces. Si la piéce a ſes côtés égaux, il faut la plonger perpendiculairement dans l'eau ; mais ſi l'un de ces côtés eſt mince, tandis que l'autre eſt plus épais, il faut la plonger dans l'eau, de maniére que le côté le plus épais y entre le premier ; autrement, ſi on la trempoit perpendiculairement, le côté épais deviendroit concave, le côté mince ſeroit convexe, & ſouvent il s'y feroit des caſſures, parce que la partie mince étant refroidie, pendant que la partie épaiſſe eſt encore chaude, la premiére éprouve les tiraillemens de la ſeconde qui ſe refroidit ; & la ſeconde devient concave, ſi la premiére ne s'éclate pas.

Quand une piéce eſt ainſi courbée ſur le côté, on ne peut la redreſſer qu'en la détrempant, ou en la faiſant rougir à la couleur de ceriſe, & en la forgeant ſur le côté concave pour l'allonger & le rendre égal à l'autre ; mais on peut prévenir cet inconvénient avant la trempe.

Lorſqu'une piéce a un côté plus épais que l'autre, il faut lui donner une *Chaude de précaution* quand elle a été forgée: Soit un Sabre à dos qu'on veuille faire droit, rougiſſez-le à la couleur de ceriſe, donnez-lui une légére courbure en arriére, forgez-le à petits coups ſur le plat & ſur toute l'étendue du dos, en changeant le côté qui porte ſur l'enclume, afin que chacun des côtés ſoit forgé également : par ce moyen, le Sabre deviendra droit, & il ne ſe cambrera point à la trempe.

La courbure que les piéces prennent à la trempe ſur le plat eſt plus fréquente que la courbure qu'elles y contractent ſur le côté ; mais quelles qu'elles ſoient, on peut parvenir à les redreſſer. Dans chaque Art, on a des procédés particuliers pour redreſſer les piéces d'Acier revenues à une certaine couleur, mais on n'en a point encore trouvé pour corriger ce défaut quand elles ſont trempées avec toute leur force.

Pluſieurs Horlogers redreſſent les tiges des Pignons aux dépens de leur épaiſſeur ; d'autres font porter à faux leurs piéces cambrées ſur le côté concave & frappent légérement ſur le côté convexe ; mais la plûpart de ces méthodes n'empêchent pas que les piéces ne reprennent leur premier état, & ſouvent même les piéces caſſent, lorſqu'elles n'ont pas été revenues à la couleur bleue.

Les Faiſeurs de Reſſorts redreſſent leurs lames ſur une enclume

avec un marteau à tête platte trempé dur ; ils préſentent la piéce ſur l'enclume par le côté concave, & ils frappent ſur le côté convexe : il eſt vrai que les Reſſorts ſont revenus à la couleur bleue. On redreſſe les Sabres & les Epées comme les Reſſorts, mais on ſuit une autre méthode pour les Fleurets. L'Ouvrier a des ſabots de bois à ſes pieds ; & lorſque la lame eſt revenue à la couleur d'un gros bleu, il place ſon côté concave ſur le plancher pendant qu'elle eſt chaude ; il appuye ſon ſabot ſur le côté convexe du Fleuret, il lui donne des ſecouſſes en le tirant avec la main ; il ſuit avec attention les progrès de ſon opération, & il parvient à opérer le redreſſement qu'il deſire.

Les Taillandiers portent ſur l'enclume la piéce immédiatement après qu'elle a été revenue ; ils la placent ſur le côté concave, frappent ſur le côté convexe ; & ne laiſſent refroidir la piéce, que lorſqu'elle a été redreſſée.

Les Couteliers employent tous ces moyens ſuivant les circonſtances ; ils n'employent la méthode des Taillandiers que pour les piéces chargées de Fer, & ils ont ſoin de les éteindre dans l'eau avant de les redreſſer : ſi elles ſont faites avec un Acier pur, ils poſent leurs côtés convexes ſur une enclume d'Acier trempé, & ils frappent ſur leurs côtés concaves avec un marteau à tranchant court.

Mais que fera-t-on, ſi une piéce d'Acier trempée de toute ſa force s'eſt cambrée en la trempant, & ſi on ne peut pas lui donner un recuit, ou la redreſſer aux dépens de ſon épaiſſeur, comme cela arriveroit en fabriquant des Aimans artificiels ou d'autres outils de Laboratoires ? Mes expériences m'ont appris les reſſources que les Artiſtes peuvent alors employer.

J'ai forgé, pour faire des Aimans artificiels, deux barreaux d'Acier factice & deux barreaux d'Acier naturel ; chacun d'eux avoit vingt & un pouces de longueur, ſeize lignes de largeur & ſix lignes d'épaiſſeur ; je les chauffois tous enſemble avec du charbon de bois, & je les diſpoſois ſur ce charbon de maniére qu'il ne fut pas néceſſaire de le renouveller pour leur donner la chaleur néceſſaire. Quand ils furent ſuffiſamment chauffés, je les trempois perpendiculairement dans un tonneau qui contenoit environ deux cent ſeize bouteilles d'un pot.

Quand je ſortis ces barreaux hors de l'eau, je trouvois qu'un de ceux qui étoient faits avec l'Acier naturel étoit preſque droit ; mais que le ſecond étoit courbé comme une *S*, & que chacune de ſes extrêmités s'écartoit environ de quatre lignes de la ligne droite. Les barreaux d'Acier factice formoient chacun un arc de cercle, dont la plus grande perpendiculaire tirée ſur la corde avoit trois lignes de longueur pour l'un & cinq lignes pour l'autre.

Afin de redreſſer ces barreaux, je me ſuis ſervi d'un Tas de plomb

qui peſoit environ dix livres, & qui avoit une forme conique; mon marteau étoit du poids de trois onces, il étoit fait avec un Acier très-dur, il avoit un tranchant court des deux côtés; afin de le rendre plus dur, on peut le tremper dans l'eau-forte ou dans le mercure; mais lorſqu'on employe ce dernier fluide, le tranchant du marteau ne réſiſte pas longtems. J'ai trouvé que ce qui convenoit le mieux pour la trempe de cet inſtrument étoit un mêlange d'eau & d'urine à parties égales, pourvu qu'on le mit refroidir dans un puits. *Voyez la Planche ſeconde.*

Ayant placé le Tas de plomb ſur un billot de bois, j'expoſai le barreau ſur le côté convexe, & je le frappai avec le marteau tranchant ſur le côté concave, comme ſi j'avois voulu faire ſur toute la longueur de la concavité des marques tantôt tranſverſales & tantôt obliques; mais j'avois ſoin que le barreau portât toujours bien à plomb ſur l'enclume. Par ce moyen, le barreau le plus cambré fut redreſſé au bout de quatorze minutes.

On peut ainſi redreſſer de petites piéces, pourvu qu'on employe des marteaux dont le poids ſoit différent. Ainſi, par exemple, comme un marteau de trois onces a redreſſé des barreaux de ſix lignes d'épaiſſeur & de ſeize lignes de largeur, un marteau qui peſoit quatre gros a redreſſé de même un fil d'Acier d'une ligne & demi de diamêtre trempé avec toute ſa dureté & ſans recuit.

RÉPONSE,

OU

Eſſay ſur la premiére partie de la Queſtion propoſée par la Société des Arts de Genève. (*)

1°. *Quelle eſt la cauſe de l'infériorité des récoltes en grains dans le Territoire de Genève & de ſes environs, en comparaiſon de celles qui ſe font ailleurs ?*

2°. *Par quels moyens pourroit-on, ſans altérer ni changer la nature d'aucune propriété, augmenter dans le Territoire de la République de Genève le nombre des charrues & des Terres arables, & mettre en plus grande valeur les Terres communes ?*

Par M. JEAN LOUIS DUPUIS,

Notaire & Châtelain de Meyrein au Pays de Gex.

TOUS les Arts ſont reſtés long-tems dans le berceau. Le degré de perfection auquel la plûpart nous paroiſſent arrivés aujourd'hui, eſt le fruit du travail & des efforts de pluſieurs Siécles. Des talens ſupérieurs étant un don rare de la Nature, ils ne pouvoient acquérir qu'avec une lenteur preſqu'inſenſible ce point deſiré.

De tous les Arts le plus néceſſaire comme le plus ancien, c'eſt ſans contredit l'Agriculture. Elle date de la naiſſance du monde, elle a commencé avec les beſoins de l'homme. En la conſidérant ſoit dans l'ancienneté de ſon origine, ſoit dans la grandeur de ſon utilité, ſoit dans la multitude de bras qu'elle occupe, ſoit enfin dans le nombre des Perſonnes qui ont eſſayé d'en éclairer ou d'en rectifier la pratique par leurs obſervations, l'on ſeroit porté à croire que l'Agriculture eſt de tous les Arts celui qui a atteint le plus haut degré de perfection. Cependant, l'on voit avec regret que dans le Territoire de Genève & de ſes environs, les récoltes n'ont pour l'ordinaire aucune proportion

(*) Ce mémoire ne traitant qu'une partie de la Queſtion propoſée, n'a obtenu que la moitié du Prix.

avec les dépenſes & les travaux ; que priſes en général elles ſont très-ſouvent miſérables, quelquefois médiocres & rarement ſatisfaiſantes ; & après l'expérience de pluſieurs années, l'on ſeroit tenté de n'attribuer la médiocrité de ces récoltes qu'à la pauvreté des terres, à l'intempérie des ſaiſons & à l'inſuffiſance des amandemens.

Eloigné dans ma jeuneſſe de toute occupation champêtre, j'ignorois encore dans ma trentiéme année les premiers élémens de l'Agriculture, lorſqu'une circonſtance inattendue mit entre mes mains la propriété d'un domaine conſidérable. Je m'étois perſuadé juſqu'alors que quelques piéces de terre ſuffiſoient aux beſoins de l'homme, que de vaſtes poſſeſſions compoſoient une riche fortune ; & que, ſi quelquefois la diſette ſe faiſoit ſentir, il n'en falloit chercher la cauſe que dans des fléaux extraordinaires ou dans un manque de conduite. Imbu de ce préjugé, je devins à un titre aſſez onéreux le Propriétaire de deux cent *poſes* (1) de terrein (*). Dès que je fus entré en poſſeſſion, j'expulſai des Fermiers qui me demandoient une diminution ſur le prix de leur bail, & dont les intérêts trop étrangers à ceux du Maître, me faiſoient craindre pour les miens. Je leur ſubſtituai des *Grangers*, (2) en qui j'eſpérois trouver des hommes plus dociles, parce que nos intérêts reſpectifs ayant plus de liaiſon, je me flattois que par un concert bien entendu, nous ne pourrions qu'être contens les uns des autres. Je fis les calculs les plus détaillés ſur la dépenſe & ſur la recette. Je n'enviſageai d'abord la foibleſſe de mes premiéres récoltes que comme l'effet néceſſaire, mais rare, d'inconvéniens accidentels qui ſeroient amplement réparés par les récoltes ſuivantes ; mais je reconnus bientôt que le produit de mes champs devenoit ſucceſſivement plus miſérable.

Je fis alors cette réflexion trop tardive, que tous ceux qui ſe mêloient de labourer, n'étoient peut-être pas laboureurs. Cette idée ne tarda pas à ſe confirmer dans mon eſprit. Je crus voir tous mes champs dans la cathégorie des *teppes*. Pour y remédier, je ne vis d'autre reſſource que de les faire valoir par moi-même. J'attendis donc avec impatience l'inſtant où mon traité pouvoit ſe réſilier ſans diſcuſſion : j'en profitai pour congédier mes Grangers, qui me laiſſèrent dans une ſemature de cinquante à ſoixante *coupes* (3), la récolte la plus pitoyable. Lorſque je me trouvai placé à la tête d'un nombreux domeſtique, je jettai un coup-d'œil autour de moi ; je me vis dans une poſition embarraſſante, mais je ne me décourageai point : je me dis que toutes terres étoient ſuſceptibles de productions ; qu'à moins que les miennes ne fuſſent abſolument infertiles, je devois réuſſir, avec quel-

(*) On trouvera à la fin de ce Mémoire la définition des mots particuliérement uſités dans ce pays.

ques labours exacts, à y faire au moins des récoltes paſſables. En conſéquence, je regardai l'expérience comme le ſeul guide que je duſſe conſulter.

Le labourage, qui a été la ſource principale de mes ſollicitudes, a donc fait l'objet particulier de mes recherches & de mes obſervations. Après avoir étudié quel étoit le but de cette partie fondamentale de l'Agriculture, j'ai examiné le procédé de différens *Bouviers* (4) & le méchaniſme de la charrue qui ſert à leurs opérations : il m'a paru que la conſtruction de la charrue ne répondoit que très-imparfaitement au but, & qu'il régnoit parmi les laboureurs, avec beaucoup d'ignorance, certains préjugés qui pouvoient ſeuls détruire tout l'avantage d'un labour opéré d'ailleurs avec la plus grande préciſion.

Si je diſtingue dans ce voiſinage deux ou trois Bouviers tout au plus, & que je demande à la foule quel but ils ſe propoſent en labourant, ils me répondront qu'il faut labourer pour pouvoir ſemer. Si je pouſſe plus loin mes queſtions, & que j'eſſaye d'entrer dans le détail de leur charrue & de ſes fonctions, ils me répliqueront que leurs Péres procédoient comme eux ; que bien d'autres, qui avoient voulu faire quelques changemens dans la méthode uſitée, avoient été obligés d'y revenir ; que la vieille méthode eſt & ſera toujours la meilleure ; que pour eux ils ſont dès leur enfance & dans leurs familles de pére en fils appellés & entiérement appliqués à la culture, & qu'il ſeroit plaiſant qu'un nouvel initié s'arrogeât le droit de donner des leçons à des gens nés maîtres de l'Art. Oppoſer des raiſonnemens à une réplique ſi ſinguliére, ce ſeroit vouloir remplir d'eau un vaſe percé. Je m'en ſuis apperçu ſi ſouvent, que j'ai conclu que le labourage qui eſt généralement confié à cet ordre de perſonnes, devoit neceſſairement ſe ſoutenir dans un degré d'imperfection s'il y étoit, & que tout Propriétaire ſage ne devoit pas balancer à être le principal directeur d'une opération de cette importance.

Ces préjugés & cette aveugle routine peuvent donc être regardés comme la premiére cauſe du mal. Il en eſt beaucoup d'autres qui contribuent au détriment des terres & à l'infériorité des récoltes en grains. Le terme du Concours ne me donnant pas le tems néceſſaire pour m'occuper de toutes ces cauſes en particulier, je ne m'occuperai que de l'article du labourage, qui eſt ſans comparaiſon le plus important de tous. Je vais donc tâcher de prouver qu'il eſt poſſible de corriger la charrue, de redreſſer la mauvaiſe manœuvre des Bouviers, de faire des labours exacts, & d'obtenir de meilleures récoltes.

Quel eſt le but que l'on ſe propoſe en labourant ? C'eſt d'expoſer au premier contact de l'air, aux rayons du Soleil & à l'action de tous les Elémens cette partie de la terre qui étoit cachée, pour

diviſer

diviſer le volume, faciliter l'exaltation des parties ſalines, & la mettre par ce moyen en état de fournir à de nouvelles productions : c'eſt encore pour déraciner & faire périr les herbes inutiles & les mauvaiſes plantes, dont la végétation abſorberoit les ſucs que la terre contient au préjudice de la ſemature.

Jettons maintenant un coup-d'œil ſur les opérations ordinaires, parcourons différens champs qui ont reçu le premier labour, nous trouverons indubitablement que dans quelques places où le gaſon paroît renverſé, ce n'eſt que la tranche ou le côté que la charrue a élevé qui s'eſt replié ; que dans la majeure partie, les gaſons ne ſont qu'appuyés l'un ſur l'autre ou l'un contre l'autre ; que par-tout l'herbe reſſort de deſſous le gaſon, & que dans l'eſpace de deux mois, elle a pouſſé avec vigueur : ſi nous fouillons enſuite la partie où la terre paroît mieux renverſée, nous y trouverons moins de profondeur que dans les autres, & toutes paroîtront bien éloignées de l'état deſirable.

Ces vices capitaux qui ſubſiſtent depuis longtems, doivent ſans contredit avoir donné aux terres un degré d'infériorité, qui n'étant qu'accidentel, pourra diſparoître ſous la main d'un Laboureur éclairé. Cependant, la foibleſſe des récoltes en grains a été juſqu'ici très-rarement imputée à la mauvaiſe culture. La qualité des terres ayant paru incorrigible, l'homme ne pouvant diſpoſer des tems, on en eſt venu à regarder les fumiers comme la ſeule & unique reſſource. Je ne prétends pas ici nier leur utilité ; je ſais que les terres éprouvant une déperdition de leurs ſucs nourriciers, veulent être de tems en tems réparées par des engrais ; je ne veux remarquer ici que l'abus qui s'en fait, principalement dans les environs de Genève, tâcher de les rendre moins néceſſaires, & faire tourner à l'avantage des prairies, des récoltes même en grains, l'économie qui pourroit ſe faire ſur cet objet.

Pour y parvenir, je dis premiérement avec tous ceux qui ont raiſonné ſur l'Agriculture, que le labour doit être profond, que la terre doit être également remuée par-tout, & que le gaſon doit être parfaitement renverſé ; & j'ajoute que s'il eſt poſſible de faire un bon labour ſur une profondeur de quatre pouces, à plus forte raiſon le peut-on ſur ſept & huit pouces ; qu'il faut éviter que la charrue ne ramaſſe les gaſons, & ne forme aucune ſinuoſité au fond du ſillon.

Quand je parle d'un labourage de ſept pouces, je n'entends pas qu'il faille s'arrêter là ; mais nos terres ayant été juſqu'à préſent mal travaillées, il faut ſe contenter d'une profondeur proportionnée à leur état, & attendre que ce volume ſoit ameubli pour piquer une nouvelle terre, ce qui ſera alors moins pénible & moins dangereux. Il eſt palpable que ſept à huit pouces renfermeront plus de ſucs nu-

tritifs que quatre, qu'ils conſerveront plus long-tems leur fertilité ſans le ſecours des engrais, & que les bleds s'y reſſentiront moins des accidens qui font la guerre à nos récoltes. Qu'un Propriétaire, par exemple, pour s'aſſurer de toute la vertu d'un terrein bien travaillé, faſſe rompre à la pêle, dans un fond de médiocre valeur, quelques coupes de ſemature, ſur un pied de profondeur & dans le mois de Septembre au plus tard; qu'il faſſe remuer ce terrein avec la houë après les pluyes du Printems; qu'il faſſe enſuite donner deux coups de charrue à ſix ſemaines de diſtance l'une de l'autre, je poſe en fait qu'il n'aura beſoin que du repos uſité & des labours que je propoſe, pour donner pluſieurs bonnes récoltes.

Cet eſſay, il eſt vrai, n'eſt guères poſſible qu'en petit, ou à des gens aiſés capables d'opérer en grand; mais il peut éclairer tout le monde ſur les avantages d'un labour précis & profond, qui réſultera d'une charrue bien conſtruite & bien gouvernée.

Je m'aviſai dans les moiſſons derniéres d'extraire dans un chaume une plante ſur laquelle j'avois remarqué un épi aſſez vigoureux; au moyen d'une lame aïguë je fis aiſément cette fouille. Je découvris d'abord quatre racines principales placées horiſontalement, qui aſſujettiſſoient la plante; un groupe d'autres racines menues qui s'étendoient à-peu-près dans le même ſens, placées ſous les jets des filleules ou rejettons: finalement, entre les premiéres, deux racines menues qui deſcendoient perpendiculairement, dont l'une ſe caſſa à trois pouces de longueur, l'autre que je déterrai juſqu'à un pied ſe caſſa de même. Je remarquai que lorſqu'une pierre s'étoit oppoſée à cette direction, elles s'étoient repliées pour la continuer, & je trouvai dans toute leur longueur pluſieurs petites fibres placées tranſverſalement de diſtance en diſtance & longues ſeulement d'un pouce.

La nature, en deſtinant les différentes racines qu'elle a données aux bleds, à la même fonction, celle de fouiller la terre, mais par des routes différentes pour en tirer les ſucs, a voulu que ces racines perpendiculaires puſſent la pénétrer à meſure que la tige croit & s'élève, d'où il réſulte que ſi elles rencontrent avant le terme de la maturité une terre qui n'ait pas été travaillée, elles doivent languir au préjudice du grain; ſi elles arrivent trop-tôt à cette couche de terre, impénétrable même à l'eau qui ſe trouve ſouvent près de la ſurface; elles ſont obligées à ſe détourner de leur route naturelle, pour chercher des alimens aux dépens des plantes voiſines. J'ai encore ſous les yeux l'épi de paille dont je viens de parler, qui met hors de doute la néceſſité d'une culture profonde. Examinons maintenant les moyens d'opérer un labour exact dans toutes ſes parties.

Je commence par la *charrue* (5): je lui laiſſe toutes ſes piéces; je

leur preſcris ſeulement une combinaiſon différente. Je ſuppoſe d'abord que le Charron auquel je m'adreſſe ſoit un ouvrier docile & intelligent, capable de ſuivre avec préciſion toutes les proportions que l'inſtrument exige. Je lui demande une charrue dont les oreilles ayent treize à quatorze pouces derriére le cep, qui s'élèvent de-là en s'écartant du paralléliſme, pour en avoir dix-ſept ſous la perche, ſans aucune diminution de bois; que les oreillons qui ſont à l'ordinaire placés perpendiculairement, rentrent de trois à quatre pouces pour ſe rapprocher ſur la perche très-près du traverſier; que le coutre ne ſoit placé qu'à ſept pouces environ du traverſier, mais en s'inclinant de façon que le tranchant occupe le même point que dans les autres, c'eſt-à-dire, que ſon opération ſuccède immédiatement à celle de la pointe du ſoc ſur une élévation de trois à quatre pouces; que le cep ait près de deux pouces de largeur de plus qu'à l'ordinaire à l'emmanchement des oreilles; que le ſoc ſoit ſi bien adapté au manche du cep, qu'il ne ſe trouve aucun vuide entre les oreilles & le ſoc: (il ſeroit même à ſouhaiter que le ſoc eut lui-même deux petites oreilles qui s'adaptaſſent ſur les oreillons & qui joigniſſent les ferrures); que les oreilles débordent inſenſiblement depuis leur emmanchement juſqu'à leur extrêmité, de façon qu'elles reſſortent dans cette partie de deux pouces environ le niveau du cep & du ſoc; que la perche ait une épaiſſeur de ſix pouces ſur toutes les parties où ſe fait la réſiſtance, mais delà qu'elle ſoit plus dégagée; que dans ſon emmanchement elle ait deux chevilles l'une deſſus & l'autre deſſous; que la longueur en ſoit diminuée de deux pieds, pour être aſſujettie ſur les eſſieux par une boucle qui tiendra à quelques anneaux, ces anneaux à un crochet qui ſera placé au devant & dans le centre des eſſieux; que ce crochet ait deux eſpèces d'oreilles qui ſeront chacune traverſées par une vis, & ces vis ſerrées par un boulon derriére les eſſieux: enfin que les eſſieux ayent un quilon, & qu'ils conviennent auſſi parfaitement aux moyeux que ceux d'une voiture.

Quand mon ouvrier aura fini ſon chardolet, qu'il ſera ferré, & qu'il aura préparé toutes ſes piéces, il mettra en place le ſoc, les cornes & la perche, en poſant le tout ſur un plancher ou ſur un terrein bien uni, où le cep & le ſoc portent bien de niveau: alors, ayant ſon chardolet ſous la pointe de la perche, il l'aſſujettira parfaitement au moyen des deux chevilles de ſon emmanchement, mais de façon que la pointe s'élève de neuf pouces ou plus, à volonté, au-deſſus du point ſur lequel elle doit appuyer en opérant; enſuite il placera ſes oreilles, qui débordant de deux pouces à leur extrêmité, ne laiſſeront plus au ſoc qu'une priſe de ſept pouces au lieu de neuf. Il y aura néanmoins toujours trois ou quatre trous au bout de la

perche, pour augmenter ou diminuer la priſe, ſi le beſoin le requiert.

Avec une charrue ainſi diſpoſée, tirée par quatre & même ſix bœufs, eu égard à la peſanteur ou la réſiſtance du terrein, bien portans & bien nourris, dirigés par un Bouvier docile, il paroît que les opérations ſeront celles-ci. La pointe du ſoc, qu'il eſt néceſſaire de maintenir longue & en bon état, ayant ouvert la terre à la profondeur de ſept pouces ou plus, la bouche du ſoc préſente aux oreillons la bande ſoulevée; l'entrée des oreilles achève de la ſoulever & l'extrémité la renverſe.

Voilà donc des piéces qui doivent avoir une harmonie parfaite, puiſqu'elles concourent enſemble à une ſeule & même fin. Les oreillons en s'inclinant contre le traverſier au lieu d'être perpendiculaires, auront une action plus douce & moins embarraſſée en diſpoſant, par deſſous, la ſuperficie de la terre à la grande ouverture que feront les oreilles, & en écartant les herbes qui rampent ordinairement ſur la terre, ou qui s'y entrelacent. Le coutre rapproché du traverſier laiſſe moins de place aux herbes & aux gaſons qui s'y engagent ſouvent; il prévient par ce moyen avec les oreillons inclinés un défaut dans le labourage. Le cep étant plus large à l'emmanchement des oreilles, obviera à un autre vice, ſavoir au ſaut qui réſulte de la conſtruction ordinaire de la charrue, depuis la bouche du ſoc juſqu'au milieu des oreilles. La charrue reſtant ſans fonction dans cet eſpace, l'introduction de toute la piéce dans le ſillon ne peut alors ſe faire avec facilité; d'où il réſulte que le ſoc creuſe, tandis que l'extrêmité poſtérieure des oreilles, qui ne trouve que l'ouverture faite par le ſoc, reſte, pour ainſi dire, à fleur du fillon. Les oreilles évaſées preſſeront la bande de terre droite par la tranche ſupérieure, & l'obligeront de ſe renverſer c'en deſſus deſſous. L'excédent dont ces oreilles doivent ſurpaſſer le niveau du cep & du ſoc, obviera au ſoulèvement, nettoyera parfaitement la raye, la rendra unie & platte, de façon que la terre ſera également remuée par-tout. La perche aſſujettie ſur les eſſieux où elle conſervera, au gré du Laboureur, la facilité qu'elle avoit par le moyen de cette longue piéce de fer appellée vulgairement *péterale*, étant raccourcie de deux pieds, diminuera la force du tirage; dès lors il ſe trouvera réuni en un ſeul point ſur les eſſieux, au lieu d'être diviſé en deux points placés à deux pieds de diſtance & ſur deux lignes différentes. La perche maintenue forte & ſolide ſur toutes les piéces où ſe fait la réſiſtance, ne pouvant plus céder, ne contrariera par conſéquent plus l'harmonie de l'exécution. Enfin les eſſieux bien ajuſtés & bien graiſſés ne formeront plus un point de réſiſtance.

Si j'ai été frappé dans le cours de mes obſervations agronomes, du procédé uniforme que l'on ſuit à l'égard des terres, quoiqu'elles ſoient d'une nature tout-à-fait différente, je ne l'ai pas moins été de la négligence des Laboureurs ſur le déſordre de la charrue & de ſes eſſieux. Les bœufs n'ont jamais plus beſoin de force & d'une force ſoutenue que dans quelques parties du labourage; cependant il eſt peu de charrues dont les eſſieux ne ſoient plus foibles & plus mal arrangés que celui d'une chétive brouëtte à bras.

L'on a fait dans ce voiſinage l'eſſay de pluſieurs charrues différentes, l'on a même voulu prendre le procédé de quelques provinces fertiles pour modèle; les récoltes n'y ont rien gagné, ſoit que le vice principal ne fût pas détruit, ſoit que des obſtacles invincibles en contrariaſſent le ſuccès. Certaines perſonnes prêchent toujours la diminution des frottemens : j'avoue que cet objet ſeroit important, s'il n'en réſultoit aucun affoibliſſement dans la charrue, autrement nos terres ne pourroient s'y prêter; elles ne demandent pas moins des inſtrumens aratoires ſolides, que des beſtiaux vigoureux. Préparer à la bande de terre que l'on va couper une raye qui ſoit aſſez large pour la loger; l'y renverſer ſans qu'elle s'appuye ſur la bande voiſine, afin que l'herbe & le gaſon ſoient comme étouffés, & que la premiére action des élémens porte avec égalité ſur toute la partie de terre qui la demande naturellement; la couper par bandes étroites & égales, afin de la mieux diviſer; donner aux ſillons toute la profondeur poſſible; tracer la raye platte & unie, afin que l'eau ne trouve aucun réſervoir, & que chaque plante puiſſe pénétrer à la même profondeur; travailler de cette façon, voilà, je crois, le premier ſecret de l'Agriculture, mais travailler dans la ſaiſon convenable, c'eſt le ſecond; il eſt à mon avis également eſſentiel.

Genève & ſes environs, quoique placés dans un Climat tempéré, jouiſſent d'un Eté bien court. Le Printems & l'Automne y ſemblent confondus avec l'Hyver; ſouvent même l'Eté n'a que quelques jours d'une grande chaleur. Leur ſituation ouverte au Nord, fermée au Midi, bornée au Couchant par une chaîne de hautes montagnes que la neige ne quitte que fort tard, & l'aſpect des glaces qui ſont au Levant, entretiennent dans cette contrée une ſucceſſion auſſi biſarre que dangereuſe du froid au chaud. Quelquefois nous éprouvons des Automnes, des Hyvers, des Printems ſecs, mais ſouvent les pluyes nous inondent; il eſt rare qu'il n'en tombe beaucoup dans le mois d'Avril & dans celui de Mai, qui toutes ſont très-froides, & qui laiſſent de nouvelles neiges ſur les montagnes. Qui plus eſt, ces mois-là ſont la ſaiſon particuliére des vents du Nord, qui rempliſſent d'ordinaire tous les intervalles des pluyes, qui effritent les terres en

leur enlevant ce qu'elles contiennent de plus ſubtil, & leur cauſent un dommage irréparable.

Je ſais avec tout le monde que les météores froids, ſi j'oſe m'exprimer ainſi, dépoſent quelques principes de fertilité; mais comme leur action qu'on peut appeller la dominante, eſt ici trop long-tems ſoutenue, je crois qu'il importe au Laboureur de chercher à en diminuer l'effet, & de s'appliquer à ne rien perdre de cette chaleur qui vivifie tout, pour balancer, autant qu'il eſt poſſible, les uns par les autres, les différens principes de fertilité dont la terre a beſoin, & dont la juſte proportion lui eſt peut-être auſſi eſſentielle que celle des humeurs dans nos corps. Comme il convient, ce me ſemble, même dans un Climat où l'Eté règne long-tems, de s'occuper de la culture en un tems doux & humide, à plus forte raiſon devons-nous attendre que la ſaiſon des pluyes, des neiges & des vents du Nord ſoit paſſée, & que le ſoleil ait pénétré nos terres avant que de les travailler.

J'admets cependant ici une diſtinction. Il eſt une eſpèce de terrein maigre & ſans conſiſtance qui reſſemble beaucoup aux terres légéres, & qui perdroit à coup ſûr le peu de mérite qu'il a, ſi l'on n'y introduiſoit la charrue que dans un tems chaud. Cette ſorte de terre demande peu de labours, parce qu'elle eſt déja naturellement diviſée, mais des labours profonds qui amènent une nouvelle terre propre à lui donner du corps, faits dans un tems humide, même pluvieux, en dirigeant horiſontalement les ſillons pour retenir toutes les eaux. Elle veut être ſouvent amendée: la terre de foſſés, qui eſt ordinairement graſſe, lui conviendroit le mieux. Ce genre de terrein, qui eſt heureuſement fort rare dans nos terres fortes & moyennes, eſt peu propre aux bleds froments; les ſeigles, les geſſes & les bleds noirs y réuſſiſſent aſſez. Nos autres terres, quoiqu'elles varient, ont beaucoup de rapport & d'analogie entr'elles, de façon qu'à peu de choſe près on doit les traiter de la même maniére, ſauf à commencer les labours par celles qui paroîtront s'éloigner le plus de la qualité de terre forte.

En 1774 un domeſtique, à qui j'avois remis de la graine de treffle à ſemer, l'ayant répandue çà & là ſur une piéce quatre fois plus grande que celle que je lui avois indiquée, il n'en parut au Printems ſuivant que trois ou quatre lignes aſſez garnies, qui étoient ſéparées par des lacunes où il n'y avoit abſolument aucune plante. Je pris le parti de faire deux récoltes ſur ces petites places, ce qui empêcha également de labourer les lignes intermédiaires ou lacunes. Les unes & les autres ne reçurent qu'un coup de charrue aux environs du vingt d'Août, lorſque le treffle eut un peu repouſſé après la ſeconde coupe. Le reſte

du champ avoit été labouré trois fois, & il me donna en 1776, ſur toute ſon étendue, une récolte dans laquelle je ne reconnus aucune différence d'une place à l'autre, & qui fut paſſable. La ſêchereſſe de 1776 ayant interrompu les premiers labours, je fus obligé de remettre la fin au mois de Juillet.

Un eſpace de trois coupes qui n'a pas été fumé depuis plus de dix ans, & qui n'a été que rompu & ſillonné, porte un ſeigle qui ne cède ni en beauté ni en quantité à aucuns ſeigles à moi connus. J'en ai dans le même champ ſur un morceau de terrein plus convenable à ce genre de grains, qui avoit été abondamment fumé aux pénultiémes ſemailles; mais comme le premier fut fait dès le mois de Mars, on peut compter que la récolte ne ſurpaſſera ſûrement pas la précédente.

Que peut-on conclure de ces deux exemples arrivés deux années de ſuite, dont l'une eſt auſſi pluvieuſe que l'autre a été ſêche, ſinon que les labours commencés après que le Soleil a bien pénétré nos terres, ſont les plus analogues à leur qualité? Tout le monde a pu remarquer que ſans cette précaution, les terres ſont ſujettes à ſe latter, ce qui eſt infiniment à craindre; mais qu'alors au contraire elles ſe diviſent parfaitement, & que le labourage eſt toujours plus profond. Quand on procéde dans un tems où la terre eſt humide, la preſſion de la charrue fait enfler la jachère qui préſente une profondeur trompeuſe; la bande qu'elle ſoulève étant encore liée dans toutes ſes parties, s'écarte & réſiſte aux efforts qui veulent la renverſer; & la ſurface de cette terre que l'on ſe propoſe de diviſer, ſe condenſant au contraire, forme une croute liſſe que les rayons du Soleil ne peuvent plus percer; les racines de mauvaiſes herbes ſe trouvant par ce moyen enfermées dans une terre qui ſe deſſêchera difficilement, & les Elémens jouant encore dans les ouvertures que laiſſe une bande mal renverſée, elles ſe multiplient bientôt, & acquiérent une vigueur étonnante; le champ au mois de Mai préſente une prairie, les labours poſtérieurs ſouffrent toujours, & les bleds en ſont endommagés, ſur-tout ſi la ſemaille ſe fait dans un tems humide.

J'ai vu un champ qui avoit été rompu au commencement d'Avril 1776, qui fut refait dans la chaleur la plus brûlante, être néanmoins tellement ſurchargé d'herbes à la fin d'Août, qu'il fallut le faucher en partie. Le troiſiéme labour ſe fit avec une peine infinie & très-mal, les gaſons ſe ramaſſoient par groſſes piéces, & une perſonne ne pouvoit ſuffire à en débarraſſer la charrue qui arrêtoit tout court quatre bœufs vigoureux. On peut ſe repréſenter tous les défauts d'un pareil ouvrage. Le bled y eſt médiocre, mais je crois qu'il ſeroit beau, ſi le champ n'eût reçu que deux coups de charrue, & que le premier

eut été ſupprimé. Le mois de Mai eſt le tems de la principale végétation de l'herbe. Pour ne pas perdre cette eſpèce de récolte, on fait parcourir les jachères par les vaches, qui en dévorent avec avidité tous les brins. L'herbe alors encore foible, exténuée d'une part par la dent du bétail, & contrariée de l'autre par la charrue, ſe détruit & pouſſe des jets beaucoup plus rares; ainſi le gaſon renverſé ſe conſume, & loin d'appauvrir les ſucs de la terre, il lui en communique de nouveaux qui contribuent à ſa fertilité.

La trop grande étendue de terres arables ſoumiſes à une même charrue, la certitude du gain que les labours à prix d'argent préſentent aux Laboureurs de la campagne, ſont directement contraires à une bonne culture. Les uns & les autres craignent d'être en arriére, ils exécutent mal & à contretems.

Je ſors d'une converſation avec un Payſan, dont le domicile n'eſt qu'à trois lieues de Genève. Chez lui les terres ſont tout-à-fait fortes & compactes: la meilleure charrue n'y eſt occupée qu'au labour de vingt à vingt-cinq coupes de ſemature; elle n'y ſort jamais avant le 15 de Mai; l'on y donne toujours trois labours, parce que la terre ſe diviſe difficilement; mais l'on eſt obligé de répandre le fumier avec beaucoup d'économie; les terres fumées peuvent quelquefois donner trois récoltes ſans interruption. Ce Payſan fit, il y a deux ans, ſept cent *gerbes* (6) ſur vingt coupes environ; il en eut près de cinq cent à la derniére récolte, c'eſt-à-dire, celle de 1776, où l'on a recueilli dans ces quartiers-ci des bleds ſi clairs. Quel tréſor! quelle ſource de bleds que nos terres, ſi elles avoient quelque rapport avec celles-là! Nous ſommes ſous le même Ciel, expoſés aux mêmes intempéries: commençons à agir comme dans le village dont il s'agit, & joignons au procédé de ſes habitans, toutes les attentions que des terres juſqu'à préſent mal travaillées peuvent demander.

L'amendement des terres ne ſauroit admettre aucune négligence. Les eaux, les ombrages, le parcours des beſtiaux, le charriage des terres, la trop grande quantité d'engrais, les engrais conduits & couverts en tems pluvieux, & l'indifférence ſur le moment des ſemailles, nuiſent très-ſouvent à la meilleure culture. Les eaux en certains endroits croupiſſent ſur la ſurface de la terre, parce qu'elles n'ont point d'iſſue; quelques levées de terre ſuffiront pour leur en donner une, ſinon il faut pratiquer des tranchées: en d'autres, quoiqu'elles aient une pente plus que ſuffiſante, le terrein y eſt ſi ſpongieux que ces eaux ne s'écoulent point. Il n'y a pas de milieu, ces places demandent des aqueducs, des *regrais* (7) ou du ſable de riviére. La ſuite de ces opérations eſt encourageante; la terre que l'humidité a tenu comme engourdie & inanimée, eſt ordinairement pleine de ſucs qui ſeront

ront propres à nourrir les plantes dès qu'elle ſera ſêche & diviſée, & l'on y recueillira des bleds auſſi majeſtueux qu'ils étoient petits auparavant.

Ne ſouffrons jamais aucun arbre dans le milieu des champs, ni ſur les bords au Levant & au Midi, ſur-tout des chênes ; outre que les racines gênent le labourage, expoſent les charrues & les beſtiaux, les aſpects du Levant & du Midi ſont eſſentiels aux bleds : il convient même de tenir de ces côtés-là les haïes tout-à-fait baſſes.

Les beſtiaux en parcourant les terres labourées, leur préjudicient de pluſieurs maniéres : ſi elles ſont fortes & compactes, par conſéquent diſpoſées à s'affaiſſer par leur propre poids, ils les reſſerrent encore & contrarient l'effet du labourage ; & ſi le tems eſt pluvieux, ou que la terre ſoit humide, ils forment à chaque pas des creux qui nuiſent ſoit par eux-mêmes, ſoit par l'eau qui y ſéjourne. Cela arrive ordinairement dans les campagnes après une pluye un peu longue, lorſque le Pâtre n'a pas ramaſſé le bétail. Chacun envoye ſa vache pâturer ſous la verge d'un enfant ; tous ces conducteurs ſe raſſemblent, & les champs voiſins de leurs jeux ſe trouvent toujours endommagés.

Le charriage des terres ſur les champs ne doit ſe faire qu'en Eté, principalement au mois d'Août ; il eſt même à propos qu'elles ſoient reſtées en petits bancs pendant une année. Je vois cependant, que pour profiter d'un tems qu'on appelle *mort*, l'on s'occupe volontiers de la levée & du tranſport des terres, ſans aucun intervalle & ſans aucune précaution préliminaire, pendant l'Hyver, même ſous la neige. Cette opération eſt des plus inutiles en fait d'Agriculture ; elle eſt même nuiſible dans ce dernier cas. Je puis donner en preuve mon expérience. Je fis charrier au commencement de 1771, dans des jours humides & où la neige couvroit les champs, une certaine quantité de terres noires, graſſes & de la premiére qualité ; je n'en ai reconnu les places que par quelques orties & quelques plantes de patience ; le bled que je me perſuadois devoir y être de la plus grande beauté, y a toujours été auſſi miſérable que dans tout le reſte du champ : j'y ai remarqué la terre plus ſpongieuſe que dans les environs : peut-être qu'un acqueduc y remédiera, & mettra fin aux regrets que j'ai ſur le mauvais emploi d'un ſi bon amendement.

Il faut que les fumiers ſoient reſtés long-tems en tas, & qu'ils aient bien fermenté avant que d'en faire uſage, mais cet uſage en doit être plus modéré par les raiſons que je détaillerai ailleurs. Rien, à mon avis, ne procure plus la vermine & les inſectes, que les fumiers répandus trop tôt. J'ai cru remarquer, & je ſuis preſque certain que les champs ſur leſquels on en a conduit pour les bleds de Pâques, en ſont plus maltraités que les autres. Il faut auſſi choiſir un tems ſec

pour les conduire, & les couvrir auſſi promtement qu'il eſt poſſible, pour prévenir les pluyes qui peuvent les ſurprendre en petits monceaux, & leur cauſer une déperdition plus ou moins conſidérable.

Cet article, celui des derniers labours, des ſemailles, des bleds de Pâques, & pluſieurs autres que l'on doit priſer comme les acceſſoires indiſpenſables d'une bonne culture, demanderoient chacun une diſcuſſion particuliére, mais dans laquelle il me ſeroit impoſſible d'entrer actuellement : je m'en occuperai cependant ſans aucun délai, ainſi que de toutes les branches de l'Agriculture rélativement au territoire de Genève & de ſes environs, pour en faire un ſeul & même ouvrage avec ce que je dis ici. Je me contenterai de prévenir qu'il faut éviter avec ſoin de faire les derniers labours auſſi profonds que les premiers, crainte d'amener de nouvelles terres, qui n'ayant pas le tems de mûrir ni d'être mêlées, nuiroient totalement aux bleds dans leur premiére végétation ; il faut de plus obſerver ſes terres dans ces derniéres opérations, de maniére que les ſemences trouvent toujours une terre ferme & pas trop diviſée. Il convient enfin, dans une terre qui n'a pas de la conſiſtance, & qui par conſéquent n'eſt pas graſſe, de faire les ſemailles dans un tems humide ; mais ailleurs il eſt à propos de préférer un tems ſec.

Quant à la façon de ſemer ſoit à ſillons, ſoit à plat, l'une & l'autre réuſſiſſent très-bien : par celle-ci, l'on économiſe du grain ; on la préfère, lorſque la culture eſt fraîche, & qu'elle n'a pas reçu de la pluye depuis le dernier labour. Pour la premiére, il faut avoir ſoin de ſerrer les ſillons, & d'ôter pour cet effet les cornes de la charrue.

L'on m'a vanté certaines maniéres de chauler les grains de ſemence ; mais on leur accorde tant de vertu, que je ne puis me défendre de les regarder comme le baume des Charlatans. Si elles avoient toutes les propriétés qu'on leur attribue, les bleds ainſi préparés n'auroient à redouter que la grêle. La meilleure façon d'agir, eſt de paſſer ſimplement les ſemences dans la liqueur de chaux vive, lorſqu'on craint le pourri ; ce qu'il eſt bon ſur-tout d'obſerver à l'égard des grains venus de loin & dont l'on n'eſt pas ſûr. Il ne s'agiroit maintenant que de faire la découverte d'un ingrédient, qui eut la vertu unique de garantir les ſemences des vers & des inſectes. L'on prétend que le verd-de-gris a cette propriété. La choſe eſt très-croyable, mais l'uſage n'en ſeroit-il pas dangereux ?

Tout cet écrit roule ſur ces deux queſtions : l'on a juſqu'à préſent mal labouré ; l'on a labouré dans un tems contraire : voilà la cauſe principale de l'infériorité de nos récoltes. J'ai eſſayé de le prouver : il eſt eſſentiel de bien labourer ; il l'eſt de labourer en tems convenable : voilà le principal reméde.

Réſumons maintenant ce que j'ai dit ſur le choix du tems. Voyons ſi l'Agriculture n'en retireroit pas quelques avantages particuliers, & ſi l'amélioration des terres arables ne ſe trouvera point en oppoſition avec des intérêts plus preſſans.

L'économie ſur le tems des labours, l'économie ſur les engrais, ſeroient à mon avis deux points précieux en matiére d'Agriculture, ſi cette double économie tournoit au profit de la bonification des terres. Je ſuppoſe que la charrue, dont j'ai rectifié les proportions, faſſe ſous une bonne main un labourage exact; que le commencement des labours pour les bleds d'hyver, reculé juſqu'au milieu de Mai, tems le plus convenable pour les terres dans notre Climat, où elles ont tant à redouter les vents du Nord, les ſerviteurs & les beſtiaux ne reſteront pas oiſifs juſqu'alors, mais ils ſeront annuellement occupés; premiérement, à faire les réparations néceſſaires; enſuite à charier dans les beaux jours d'Avril & de Mai, & à arranger en petits bancs des terres qu'on mêlera avec du fumier, pour les répandre l'année ſuivante ſur les champs. Cet amendement eſt à préférer pour les bleds. L'on ſait que les fumiers purs ne ſont profitables qu'à la premiére récolte; que leur ſuc qui tend toujours à deſcendre, ne peut ſuivre cette diſpoſition dans des terres aſſiſes ſur un ſol compact & impénétrable; que dès-lors la racine & le pied de la plante s'altérant en proportion de la ſurabondance des ſucs, des bleds qui étoient très-beaux, ſe trouvent au premier coup de vent renverſés, & ne donnent plus qu'une mauvaiſe paille.

D'ailleurs, les terres remuées forment par elles-mêmes un engrais qui dure long-tems, pourvu qu'elles ſoient aſſez abondantes; les plantes y prennent beaucoup plus de force, y verſent rarement, donnent une paille excellente & des grains infiniment ſupérieurs à ceux des champs fumés. Une adminiſtration de cette nature, ſoutenue pendant quelques années, mettroit indubitablement les terres en bon état; & bientôt les prés qui ſont parmi nous un objet ſi précieux & ſi eſtimé, mais dont le rapport toujours médiocre dans des lieux arides, dépend des ſaiſons plus ou moins pluvieuſes, profiteroient de cette économie des fumiers; mais il faudroit alors les conſerver pendant deux ans, afin qu'ils fuſſent bien conſumés, & pour ainſi dire convertis en terre.

Je prévois cependant que l'on va ſe récrier contre le premier labour ſi reculé; il me ſemble entendre quelqu'un me dire: vous ne devriez pas ignorer que nos champs demanderoient plutôt quatre labours que trois; laiſſez au moins le tems d'en donner trois à ceux qui ont ſoixante à quatre-vingt coupes à labourer.

Je réponds à cela, qu'un ouvrier qui ſe charge de trop d'ouvrage,

faitle tout très-mal, ſi même il peut en venir à bout; que deux coups de charrue en tems convenable, ſont préférables à trois dont le premier eſt pernicieux; que celui-ci donné trop-tôt, impoſe la néceſſité de quatre, même de cinq & de ſix; que pour diviſer la terre, il faut prendre la route la plus courte & la moins coûteuſe, comme pour toutes les autres opérations; que s'il y a un moment de le faire avec ſuccès en deux & même avec un ſeul labour, il y auroit trop à gagner pour ſe refuſer à ce parti-là; qu'il eſt poſſible au reſte, avec un bon attelage, de labourer trois fois trente coupes depuis le quinze de Mai; que toutes les charrues n'ont pas cette quantité de terres à travailler, & qu'elle n'eſt pas toujours compoſée des plus groſſes terres.

Je dis particuliérement à ceux qui ont de gros domaines que, ſuivant mes principes, la ſomme des fourrages des deux eſpèces devant augmenter, il leur conviendra, après un eſſay, de faire une diviſion de leurs terres pour les mettre en fermes, ou de doubler leur charrue, & même de la tripler s'il en eſt beſoin. Alors aucune n'étant ſurchargée, toutes leurs terres pourront être bien travaillées, & en ſatisfaiſant à leurs intérêts, ils rendront encore un ſervice à la ſociété par l'augmentation du nombre des charrues, qui augmentera néceſſairement le bénéfice des récoltes.

Je prévois encore que l'on pourra m'objecter que mes principes ſont diamétralement oppoſés ſur le tems des premiers labours, à ceux de quelques Agriculteurs auſſi inſtruits que judicieux, qui après avoir parcouru différentes Provinces pour examiner & étudier la qualité des terres, ont conclu, après pluſieurs expériences, qu'il falloit labourer avant & pendant l'hyver. Je n'oſerois mettre mes foibles lumiéres en paralelle avec le moindre de ceux qui ont raiſonné ſur l'Agriculture; mais j'oſe dire que la petite portion du globe ſur laquelle j'ai fixé mes obſervations, a échappé à leur examen, ou qu'ils n'ont pas cru qu'elle méritât quelque attention de leur part dans un ſyſtême général d'Agriculture.

J'ai toujours ouï dire qu'un terrein, qui de ſa nature eſt de médiocre valeur, mais bien travaillé, rendoit plus qu'un bon terrein médiocrement travaillé; & qu'un domaine ſurchargé de terres arables, ne donneroit jamais des récoltes qui puſſent entrer en comparaiſon avec celles d'un Cultivateur qui ne fait valoir que ce qu'il peut exploiter avec ſoin.

Ce raiſonnement eſt marqué au coin du bon ſens & de la ſolidité; il fait cependant bien peu d'impreſſion. Les uns aiment à regir des poſſeſſions vaſtes & nombreuſes; ils ſe plaiſent à renouveller chaque année ſur le produit futur d'une multitude de champs miſérables, un calcul qui les a toujours trompés. Ils conviennent bien qu'avec une

charrue de plus leurs terres acquerroient de la valeur ; mais ce ſeroit trop ſacrifier à l'expectative trompeuſe des récoltes en grains. Les autres ont de l'argent, mais ils n'achettent que des prés, ou convertiſſent leurs champs en prés. Le bled coûte moins aux marchés, qu'à celui qui l'y fait conduire. Perſonne ne veut s'appercevoir qu'il exiſte un rapport étroit entre les champs & les prés ; que les premiers une fois mis en valeur, doivent augmenter le produit des autres. La perſpective d'un intérêt actuel, prévaut ſur des conſidérations qui ne promettent qu'un avantage un peu éloigné.

Genève nourrit 1800 chevaux qui abſorbent, comme à l'enchère, tous les fourrages que les Propriétaires cherchent à augmenter : de-là cette indolence, cette inaction, ce dégoût même preſque général pour l'eſpèce de poſſeſſions qui fourniſſent aux premiéres néceſſités de la vie. La récolte en foin de 1776, qui a été au-deſſous même des plus médiocres, a dû ſervir de leçon aux Agriculteurs. Si chacun d'eux diminuoit la maſſe des fourrages qu'il deſtine à être vendus, la concurrence étant moins forte, le produit en argent ſeroit peut-être équivalent. Le luxe, qui a gagné juſqu'aux plus petits artiſans, y perdroit, il eſt vrai, quelque choſe pour un tems ; mais ſeroit-ce un mal ?

Cependant, les prés artificiels forment une reſſource conſidérable. L'on en a déja tiré quelque parti, mais on peut en recueillir bien plus d'avantages. L'on ſéme des treffles ſur des champs bien fumés, pour en percevoir la récolte pendant trois ans conſécutifs. Ces terres peuvent enſuite donner de beaux froments ; mais de quelque côté qu'on enviſage cette conduite, elle ôte des grains à la ſociété ; elle lui eſt donc nuiſible. Qui plus eſt, le Propriétaire y perd auſſi. La plante du treffle dégénère & ſe perd bien vîte ; les mauvaiſes herbes prennent ſa place, d'où il réſulte que la récolte de la troiſiéme année eſt ſouvent très-chétive, & que le labour qui lui ſuccède eſt ſi pénible & ſi embarraſſant, que les bleds ne ſauroient y réuſſir parfaitement.

Si l'on ſemoit au contraire beaucoup plus de graine de treffle à chaque Printems, & que l'on ſe contentât d'en faire la récolte l'année ſuivante où les champs reſteroient en jachère, par ce moyen l'on n'auroit jamais des treffles que dans leur premiére force ; toutes les terres participeroient ſucceſſivement à l'avantage que cette ſemature leur procure ; la maſſe des fourrages ſeroit plus abondante ; celle des grains à ſemer ne ſeroit point diminuée ; le produit en ſeroit plus certain, & la ſociété, par conſéquent, ainſi que le Propriétaire, y gagneroit.

J'oſe même ajouter qu'il eſt un genre de terrein, à qui des fumiers faits avec le fourrage de treffle, donneroient un degré de fertilité qu'il aura bien de la peine à acquérir autrement. Mais chacun rai-

ſonne, combine & calcule d'après les lumiéres vraies ou fauſſes que lui ſuggere ſon intérêt bien ou mal entendu. Le bien général n'excite preſque aujourd'hui aucune attention. Cependant, lorſqu'il eſt poſſible de concilier le bien public avec l'avantage des particuliers, il eſt d'un bon Citoyen de le faire.

Dans ce voiſinage où les prés à gaſon ſont d'un rapport ſi modique par la diſette des eaux, où les treffles ont un ſuccès preſque général par la propriété des terreins, & par les ſecours ſi connus des gyps, les mauvaiſes prairies devroient être converties en champs. Elles donneroient pluſieurs récoltes ſucceſſives & admirables en grains; elles rapporteroient enſuite les plus beaux treffles ſuivis de nouvelles récoltes en bleds, & ſeroient propres, après ces diverſes cultures, à être rétablies pour quelque tems dans leur premier état de prairies. Quelqu'un enrichira un jour l'Agriculture d'un inſtrument très-ſimple & très-naturel, qui diviſera ſans beaucoup de fraix tous les gaſons d'un pré, en autant de parties que l'on voudra.

Ce petit coin du monde, dans ſon état actuel, eſt vraiment une contrée qui dévore ſes habitans. Le prix exceſſif des ouvriers & ouvrages de tout genre, des manœuvres, des domeſtiques, des beſtiaux & de tout ce qui entre dans l'exploitation, l'embarras de la culture des champs, la médiocrité & l'incertitude de leur produit, la jouiſſance ſi tranquille des prés, & le débit aſſuré des fourrages, tout ſemble réuni pour indiſpoſer contre les terres arables; & tandis que l'homme aiſé ne veut entendre parler que des prairies, le payſan accablé ſous le poids de différens beſoins, néglige la culture de ſon champ, pour faire des voiturages, un commerce de fagots &c. & divers métiers viennent encore enlever beaucoup de bras à l'Agriculture. C'eſt ainſi qu'expoſés d'un côté aux déſavantages qui naiſſent de notre ſituation, & aux préjugés que nourrit l'ignorance; aſſaillis de l'autre par une foule d'opinions erronées, mais ſpécieuſes, pluſieurs particuliers ſe préviennent contre une manutention dont ils n'enviſagent que les inconvéniens, & que les récoltes en grains, dans le territoire de Genève & de ſes environs, ſe ſoutiennent dans un état d'infériorité qui ſemble n'être ſuſceptible d'aucune amélioration.

Cependant, malgré le grand nombre de Cultivateurs imbus d'opinions contagieuſes qui déshonorent notre Agriculture, l'on en remarque quelques-uns de judicieux, qui, ſupérieurs aux préjugés, affermis dans le ſyſtême d'une adminiſtration ſagement combinée, ſavent allier le bénéfice des champs avec le bénéfice des prés. Leur exemple malheureuſement auſſi rare qu'il eſt précieux, confirme le réſultat de cette diſcuſſion, & nous autoriſe à préſenter ici quelques réflexions aux divers ennemis des champs. Le labourage n'a pas dans tous les

pays les mêmes facilités & les mêmes ſuccès. L'Ukraine, la Podolie, le pays Chartrain & pluſieurs provinces dont nous ſommes moins éloignés, ſont des lieux privilégiés par la nature, auxquels nos terres ne pourront jamais reſſembler. Celles-ci exigent du travail & de l'application. Juſqu'à préſent le travail n'a pas été épargné; mais il n'a pas été dirigé par le raiſonnement. Attachés à la même façon de cultiver chaque année & chaque champ, les Agriculteurs n'ont point examiné ſi la route qu'ils ſuivoient, étoit la plus courte & la plus avantageuſe. Une terre bien traitée redoute moins les intempéries, elle rend avec uſure; au lieu que contrariée par de mauvais procédés, elle devient incapable de donner quelque récompenſe aux travaux même les plus pénibles. Si les innovations ſont dangereuſes en matiére d'Agriculture, ſi l'on doit ſe tenir en garde contre des pratiques inconnues & oppoſées à l'uſage, il y auroit de la biſarrerie à rejetter des principes appuyés déja ſur des expériences favorables, pour ſoutenir une méthode qui n'a d'autre mérite que ſon ancienneté. Il eſt donc important de ſecouer tout préjugé, d'abandonner toute prévention, & de régler ſa culture ſur la nature des bleds, la température du climat & la qualité des terres. Ce ne ſera qu'en adoptant de tels principes, que l'on parviendra à réparer les champs; ce ne ſera que par leur réparation que l'on ſe procurera de riches moiſſons; & ce ne ſera que par de riches moiſſons, que l'on pourra contrebalancer les dépenſes qu'exige l'exploitation des campagnes, & la perte qu'entraînent les fléaux qui les affligent.

Explication de certaines dénominations rélatives à l'Agriculture dans le Territoire de Genève & de ſes environs.

(1) La poſe de vigne contient 400 toiſes de huit pieds de roi quarrés; mais celle des champs en contient 500, & cette étendue équivaut à une coupe & demi de ſemature; cependant, ſelon la méthode actuelle de ſemer, où l'on employe moins de grains qu'autrefois, l'on n'en répand gueres plus d'une coupe ſur 500 toiſes quarrées.

(2) Les Grangers ſont des Métayers qui font les fraix de la culture, & de la moitié des ſemences, & avec qui le maître partage la récolte.

(3) La Coupe de froment, eu égard à la qualité du grain, pèſe de 105 à 117 liv. poids de 18 onces; il eſt rare qu'elle ſurpaſſe ce dernier poids.

(4) Les Bouviers ſont ceux qui ſont chargés de l'exécution du labourage.

(5) La Société s'occupe de la conſtruction d'une charrue, où l'on eſpère que les forces ſeront mieux économiſées, & les frottemens moins conſidérables que dans les charrues ordinaires. Auſſi-tôt que des expériences réitérées en auront conſtaté les avantages, elle s'empreſſera de la faire connoître au public.

(6) La Gerbe eſt un fagot d'épis exactement ſerrés : on employe ordinairement pour les contenir une branche de chêne de la groſſeur d'une canne, à l'un des bouts de laquelle on adapte un peu de paille de ſeigle, qui s'entrelace avec l'autre bout qui eſt le plus gros, & qu'on a eu l'attention de mailler pour le rendre plus ſouple. La gerbe a une circonférence de ſix à ſept pieds & quelquefois plus. Les cinq donnent, année commune, une coupe de bled. La gerbe battue doit peſer trente quarante livres poids de 18 onces.

(7) Regrais, ou platras tirés des décombres des bâtimens.

MÉMOIRE

MEMOIRE

De M. FRANÇOIS ARLAUD,

Citoyen de Genève, & Membre de la Société pour l'encouragement des Arts dans cette ville,

Sur un Outil aux engrenages pour la roue de champ avec le pignon de roue de rencontre.

JE crois avec pluſieurs de mes Confréres, que comme il y a différentes formes de pignons, en raiſon deſquelles l'engrenage de la roue qui doit le conduire ſera plus ou moins pénétrant; d'entre ces formes, celle qui réduit le diamètre apparent du pignon à la moindre quantité, & l'approche le plus du rayon primitif, eſt certainement préférable (*). Je veux parler d'une aîle dont le bout ne ſoit pas terminé en pointe, mais arrondi en demi boule, & dont la groſſeur réponde au diamètre de la roue en raiſon des révolutions qu'il fait autour d'elle. Selon cette forme, l'engrenage employera les $\frac{1}{8}$ ou le demi rayon du pignon, ſi le pignon eſt de 6 dents; & les $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$ de ſon rayon, s'il eſt de 7, 8, 10 ou 12.

L'on a imaginé un Outil pour faire les engrenages qui a parfaitement répondu à l'attente de l'Inventeur; mais la différence qui ſe trouve dans la poſition des roues ne permet pas qu'on puiſſe s'en ſervir pour tous les engrenages.

Tel eſt celui de la roue de champ avec le pignon de la roue de rencontre. C'eſt cet engrenage uniquement qui eſt l'objet de l'Outil dont le deſſein eſt ci-joint.

Les figures 1 & 2 *Planche premiére* le repréſentent de deux côtés. Le corps de cét Outil eſt une règle de léton longue d'environ deux pouces & demi, large d'un demi pouce, & épaiſſe de $\frac{1}{3}$ de ligne. De *A* en *A*, figure 1, eſt une branche de calibre à pignon, attachée

(*) On entend par *diamètre apparent* d'un pignon ſon diamètre total; & par *diamètre primitif*, ce même diamètre dont on auroit retranché la portion arrondie qui ne ſert à la menée qu'avant la ligne des centres.

par une vis *a* à un tenon qui ſe meut en couliſſe dans l'outil, figure 2. Tout le chemin que ce tenon peut faire de gauche à droite, eſt d'un quart de pouce.

La longueur de cette branche de *A* en *a*, eſt de $\frac{1}{4}$ de pouce, & de deux pouces de *a* en *B*.

C a eſt l'autre branche du dit calibre, laquelle ſe meut ſur la vis *a*, & peut être jointe ou écartée à volonté de la branche *A B*, par le moyen de la tige tarraudée *o*, ſur laquelle eſt une contre-vis, dont la tête en forme de pomme ſe voit en *d*, figure 2, & ſert à fixer cette branche où l'on veut.

Deſorte qu'en ſuppoſant le calibre fermé, & la branche *a C* fixée; en deſſerrant la vis *e*, la branche *A B* pourra ſe mouvoir & s'écarter de celle *a C*. Par cette opération, il faut que le bout *A a* faſſe un chemin qui réponde au $\frac{1}{4}$ de l'ouverture des deux branches, pour un engrenage de pignon de 6 dents; aux $\frac{1}{5}$ pour un pignon de 7; aux $\frac{1}{6}$ pour un de 8; aux $\frac{1}{8}$ pour un de 10, aux $\frac{1}{9}$ pour un de 12.

Pour obtenir ces quantités, les chiffres 6, 7, 8, 10, 12 indiqués ſur le bout *A a*, ſont à des diſtances de la vis *a*, à l'égard de la branche *a C*, comme 1 eſt à 4, 2 à 7, 5 à 16, 7 à 20, 3 à 8. Voilà pour ce qui concerne un côté de cet Outil figure 1.

Je finirai cette deſcription par la figure 2, en obſervant que la règle de léton eſt ouverte ſous la vis *e*, & que cette ouverture eſt perpendiculaire à la baſe. Les côtés ſont limés en double bizeau, & propres à recevoir une plaque d'acier *f*, dont les côtés ont une rainure qui convient aux bizeaux pratiqués dans l'ouverture ſuſdite, deſorte que cette plaque puiſſe ſe mouvoir avec juſteſſe & liberté de haut en bas. A l'une de ſes extrêmités eſt rivée une queue d'Acier *g*, au bout de laquelle on fait une ouverture pour y loger le bout du reſſort *h*, dont l'effet eſt de tenir toujours la piéce élevée. Au bas de cette plaque eſt une pointe *i*, longue d'environ $1\frac{1}{2}$ ligne, d'une même piéce avec elle. La direction de cette pointe eſt parfaitement de niveau avec le bas de la plaque, & doit ſervir à prendre la hauteur du trou du pivot de la roue de rencontre. A la partie inférieure de la règle qui répond à la dite pointe, eſt ajuſtée une portion de cercle de léton *k*, au milieu duquel eſt un trou, à deſſein d'y faire paſſer la tige de roue de champ, afin que ce demi cercle appuye ſur les dents de la roue.

S'il manque quelque choſe à la deſcription de cet Inſtrument, je crois en avoir dit aſſez pour que les Artiſtes intelligens puiſſent y ſuppléer par eux-mêmes.

J'expoſerai enfin la maniére dont je me ſers de cet Outil. Suppoſons que je veuille faire l'engrenage d'une roue de champ avec un pignon de 6. Par le moyen du coulant ſur lequel le calibre eſt attaché,

je ferai gliſſer le calibre juſqu'à ce que l'entaille qui répond au chiffre 6 fig. 1, ſoit au centre de la cheville qui marque le milieu de l'ouverture de la plaque *f*. Je prendrai la hauteur du trou du pivot de roue de rencontre par la pointe *i* : cela fait, je joindrai les deux branches qui forment le calibre, par la branche mouvante *a C* que je fixerai. Enſuite deſſerrant la vis *e*, la branche *A B* ſe mouvra ; & je la laiſſerai monter juſqu'à ce que l'ouverture du calibre contienne exactement le diamètre du pignon de roue de rencontre.

Alors, faiſant paſſer la tige de roue de champ par le trou pratiqué au demi cercle *k*, je ferai la portée du pivot exactement ſous la plaque *f* ; enſorte qu'elle y appuye comme elle le fait contre la platine, lorſque la roue eſt en cage. Par cette opération, j'obtiendrai le juſte éloignement où doit ſe trouver la roue de champ, du centre du pignon de roue de rencontre, pour que l'engrenage ſoit à ſon point de préciſion, ainſi que l'expérience me l'a démontré pluſieurs fois.

Si l'on a un engrenage à faire ſur un pignon de 7, 8, 10 ou 12 dents, on procédera de la même maniére, en obſervant préalablement de tirer le tenon qui porte le calibre, de maniére que les chiffres 7, 8, 10 ou 12 ſoient dans le milieu de la plaque *f*, & ſur la cheville qu'elle contient en *l*.

Rapport des Commiſſaires nommés par le Comité des Arts, pour l'examen d'un Outil aux engrenages, inventé par Mr. François Arlaud, & préſenté au dit Comité le 3 Février, avec un Mémoire & deux Figures ſur cet inſtrument.

Meſſieurs Faizan, Melly, Clavel, Terroux, Preudhomme & Reybaz après avoir examiné, chacun en particulier, l'inſtrument inventé par Mr. François Arlaud, pour déterminer méchaniquement dans les montres l'engrenage de la roue de champ avec la roue de rencontre, & en avoir conféré enſemble, ont reconnu :

Que juſqu'à préſent, cet engrenage avoit été difficile & embaraſſant à exécuter, à cauſe de la poſition des roues qui gêne l'œil de l'ouvrier, & l'empêche de voir l'engrenage bien à découvert, deſorte qu'on n'en venoit à bout qu'en tâtonnant, & en y mettant beaucoup de ſoin.

Que cet engrenage, nonobſtant la difficulté qu'il préſente, ne laiſſe

pas d'exiger une grande exactitude, puiſque dans les derniers mobiles, ſur leſquels le reſſort agit foiblement, la moindre imperfection à cet égard peut cauſer un arrêt, & troubler l'uniformité des vibrations dans le balancier.

Que le nouvel inſtrument lève ces difficultés, en donnant promptement & ſûrement à l'ouvrier un engrenage tel qu'il le deſire, ſans aucun des inconvéniens auxquels la pratique ordinaire ſe trouve ſujette, deſorte que l'outil répond parfaitement au but que l'inventeur s'eſt propoſé.

Que cet outil, au moyen du calibre diviſé qui en fait partie, a le mérite d'être d'un uſage général pour tous les engrenages de cette eſpèce, quel que ſoit le nombre des dents qu'ait le pignon de la roue de rencontre; & que, ſans rien décider ſur les principes que l'Auteur a adoptés pour la diviſion de ſon calibre, on voit par la conſtruction de l'inſtrument, qu'il peut ſe prêter indifféremment à telle autre diviſion qu'on pourroit regarder comme plus parfaite.

Qu'outre la juſteſſe des principes ſur leſquels cet outil eſt exécuté, il eſt ſimple dans ſa conſtruction; qu'il atteint ſon but à peu de fraix, & qu'il eſt d'un uſage facile pour les ouvriers; qu'ainſi, l'Horlogerie eſt redevable à l'inventeur d'un moyen ſûr & expéditif dans un point important pour la perfection des montres. Par conſéquent, les Artiſtes ne pouvant jouir trop-tôt du bénéfice de cet inſtrument, lequel demande beaucoup d'exactitude dans ſon exécution, l'Auteur devroit être invité à en conſtruire ou en faire conſtruire ſous ſa direction, afin de les faire connoître au public & d'en répandre l'uſage.

Que pour ce qui concerne le Comité des Arts, il ne peut que recevoir avec applaudiſſement & reconnoiſſance la communication que l'Auteur lui a faite de ſon ouvrage, & la preuve qu'il lui donne par-là de ſon zèle pour la perfection de ſon Art & de ſes talens pour y contribuer.

Qu'enſuite de ces conſidérations, ce ſeroit le cas, ſi le Comité le juge à propos, tant pour répondre au mérite de l'invention, & à l'hommage que l'inventeur en a fait au dit Comité, que pour encourager tous ceux qui, comme lui, s'appliquent à des découvertes utiles, de gratifier l'Auteur d'une médaille d'argent frappée au coin de la Société, qui lui ſeroit délivrée après l'adjudication des prix, au mois de Septembre prochain; & de lui remettre, en attendant, un double du préſent rapport.

MEMOIRE

Sur les moyens de préſerver les Doreurs en piéces de Montres, des pernicieux effets du Mercure réduit en vapeurs, (*)

PAR M. TINGRY,

Maître en Pharmacie, Démonſtrateur en Chymie, Membre des Comités de la Société des Arts de Genève.

IL ne ſuffiroit pas de ſe promettre un avantage conſidérable, ſi les moyens de ſe le procurer ne peuvent pas être facilement mis en uſage par les Artiſtes qui doivent en profiter. Il faut ici calculer les frais du Fourneau qu'on offre au Doreur en piéces de montre avec le modique bénéfice qu'il peut faire; il faut encore que ce Fourneau ſoit amovible & qu'on puiſſe le remuer avec aiſance, parce que nos Artiſtes en ce genre n'ont point d'attelier fixe, & que la plûpart d'entr'eux ſont appellés chez les Marchands pour dorer en leur préſence.

Il n'eſt pas difficile de ſentir que la principale utilité d'un Fourneau conſtruit ſur ce plan, ne peut regarder que le dorage des piéces d'une montre qui exigent un feu totalement découvert. J'ai eſpéré des ſuccès de la conſtruction de cette machine, ſous laquelle on peut voir très-

(*) Après que la Société établie dans Genève pour l'encouragement desArts eut fait connoître au Public, dans ſon Programme du 1 Juillet 1776, le deſir qu'elle auroit de délivrer les Doreurs en petites piéces des maux auxquels ils ſont infailliblement expoſés par la volatiliſation du du Mercure, Mr. Chambrier, maître Orfevre & Emailleur, plein d'humanité & de zèle pour le progrès des Arts, donna au Comité des Arts un Mémoire & le plan d'un Fourneau de ſon invention, dont la conſtruction parut tendre heureuſement à remplir les vues de la Société & les vœux des Doreurs; & c'eſt d'après cette premiére indication, qu'a été conſtruit & perfectionné le Fourneau dont il eſt queſtion dans ce Mémoire, où l'on trouve encore un grand nombre de vues utiles.

diſtinctement les piéces ſoumiſes au dorage, qui peut ſe tranſporter facilement & ſe modifier dans ſa conſtruction, de maniére à réunir les vues économiques à la conſervation de la ſanté des Doreurs.

Deſcription d'un Préſervateur.

Le Préſervateur que je propoſe repréſente une eſpèce de cage *A* de dix pouces en carré dont les angles ſont obtus. Cette piéce que nous nommerons le *Laboratoire* eſt couronnée d'un dôme qui ſe termine en un canal oblique *B*, devant faire les fonctions de cheminée pour porter au-dehors les vapeurs du Mercure; des quatre faces du Laboratoire, trois ſont occupées par de grandes ouvertures *C*, capables de recevoir trois carreaux de verre de ſix pouces de large ſur trois pouces & demi de haut, en obſervant de faire ſur la piéce de terre une petite battue regnante, faiſant l'office de cadre, pour recevoir ces carreaux. Le Terraſſier augmenteroit encore la fixité de ces glaces, s'il faiſoit aux angles de chaque ouverture quatre petits trous avec un poinçon, il procureroit ainſi au Vitrier le moyen d'y placer quatre clous d'épingle, qui étant joints à ſon maſtic ordinaire, ne laiſſeroient rien à deſirer pour la ſolidité de ſon ouvrage. Ces verres ſont placés à deux pouces de la baſe. Enfin la quatriéme face eſt deſtinée pour la porte *D*: on obſervera que l'Artiſte doit toujours avoir la fenêtre à ſa gauche, afin que travaillant de la main droite, ſa poſition puiſſe lui donner tout l'avantage du jour. Cette porte demande quatre pouces en quarré; on peut, ſi l'on veut, lui donner plus de grace, en la cintrant légérement.

Immédiatement au-deſſus des fenêtres, c'eſt-à-dire, à ſix pouces de la baſe, on pratique dans l'intérieur une rigole *E* qui doit ſervir de reſervoir pour les gouttes de Mercure qui ſe condenſent à la voute. L'entrée de la cheminée *B*, qui donne naiſſance à un canal de rabais *F*, eſt à moitié obſtruée par un talon intérieur *G*; elle eſt en bec de corbin, ſon effet eſt de retenir dans leur chûte les gouttes de Mercure qui ſe ſont condenſées dans l'étendue de la cheminée, & qui ſe détachent au moindre mouvement de la table pendant l'opération. Le bout de ce canal de rabais, qui ne doit avoir que trois à quatre pouces de long, eſt exactement bouché avec du liége, qu'on retire à volonté pour en extraire le Mercure, au bout d'un certain nombre d'opérations. Cette cheminée, dont on fait paſſer le bout par un trou pratiqué à un carreau de fenêtre *H*, ou par une planche qui remplace le carreau, a un pied dix pouces de longueur. Son plus grand diamétre qui eſt de cinq pouces, doit diminuer inſenſiblement vers ſon extrêmité ſupérieure, de maniére qu'il ſe réduiſe à deux pouces.

Par ces nouvelles proportions & par ces changemens adoptés pour les nouveaux Préſervateurs (*a*), l'Artiſte n'éprouve plus aucune gêne dans les ſuites de ſon opération ; & la clarté eſt telle dans le centre même du Laboratoire, qu'il peut facilement reconnoître l'état des piéces qu'il ſoumet au dorage.

Poſition du Préſervateur.

Les piéces de montre qu'on ſoumet au dorage ont une grandeur aſſez égale & aſſez déterminée, deſorte qu'on peut tout eſpérer d'un même degré de feu pour la réuſſite de cette opération. Auſſi, l'on ne fait ordinairement uſage que d'une ſimple chaufferette ſans ventilateur ou grillage ; les charbons à découvert ſont même trop ardens : il eſt toujours dangereux qu'une trop forte chaleur ne fit jouer ou cambrer la piéce : un léger lit de cendre eſt l'intermède dont on ſe ſert pour diminuer l'action du feu. C'eſt ſur ces braiſes ainſi recouvertes qu'on place la piéce à dorer qui eſt enduite d'une portion convenable d'un amalgame d'or fin & de mercure. (*b*)

L'uſage du Préſervateur propoſé interdit celui d'une ſimple chaufferette, à cauſe des difficultés qui ſe préſenteroient pour l'aſſujettir d'une maniére ſtable, & pour le mettre à l'abri des dangers de la fracture. Rien ne m'a paru répondre plus convenablement à cet objet qu'une eſpèce de fourneau conſtruit avec une pierre de *molaſſe* (*c*) I, creuſée d'environ ſix pouces pour recevoir les cendres & les braiſes. On pra-

(*a*) Monſieur l'Abbé Rozier a donné dans ſon Journal de Phyſique pour le mois de Novembre 1777 à la demande des Comités, la deſcription de mon premier Préſervateur dont la forme diffère de celle que je préſente à quelques égards, quoiqu'il fut fait néanmoins ſur les mêmes principes ; mais les petites ouvertures qu'on avoit pratiquées pour éclairer l'intérieur étoient inſuffiſantes, & ne répondoient pas entiérement aux deſirs des perſonnes qui travaillent ſur des piéces délicates. Ce défaut joint à celui des proportions trop petites qu'on donnoit au diamêtre intérieur du Laboratoire, le rendoit preſqu'impraticable pour les Doreurs occupés, qui veulent conduire l'opération ſur pluſieurs piéces à la fois. Mais celui-ci lève toutes ces difficultés.

(*b*) Nos Doreurs font ordinairement cet amalgame avec un Ducat, dont le titre eſt de 23 karats trois quarts & une once de Mercure. C'eſt cette opération qu'ils déſignent par le terme *d'émoudre*.

(*c*) La molaſſe eſt un amas de ſable conſolidé par un *gluten* calcaire. On s'en ſert pour bâtir dans le Genevois & dans une partie de la Suiſſe. En ſortant de la carriére, cette pierre eſt tendre, c'eſt de ſa molleſſe que lui vient ſon nom : on la taille alors avec facilité, mais elle ſe durcit

tique ſur la ſurface une rainure d'un demi pouce de profondeur & proportionnée à l'épaiſſeur de la baſe du Préſervateur. C'eſt dans cette rainure qu'on place la piéce, & l'on a ſoin de remplir les vuides de la rainure avec du ſable ou de la cendre fine, afin que l'air qui eſt pompé dans l'intérieur par la chaleur, ne puiſſe y entrer que par l'ouverture de la porte.

La ſurface de cette pierre eſt d'un pied de 1 en 2, mais de quatorze à quinze pouces de 3 en 4, parce que l'on termine la partie antérieure où la porte du Préſervateur doit ſe trouver, par une tablette ou ceintre K, ſur lequel l'Artiſte poſe ſes piéces avant de les mettre au feu, ou en les en retirant pour les refroidir.

Le vuide intérieur de cette pierre ſervant à contenir le feu, n'a que neuf pouces de diamêtre : mais la figure réguliére du quarré eſt interrompue, ſur l'angle de la droite de l'Artiſte, par une portion de cercle L, qui anticipe d'un bon pouce ſur l'entrée de la porte, & qui ne ſe termine que vers le milieu de la face du Préſervateur oppoſée à la direction du grand canal. Cette portion de cercle eſt taillée en angle par deſſous ou en bizeau rentrant, afin de laiſſer plus d'eſpace pour le feu : elle a paru très-utile à un grand nombre de Doreurs qui travaillent pluſieurs piéces à la fois, & qui ne veulent pas qu'elles ſe refroidiſſent ſi promtement, comme il arrive quand on les expoſe à l'entrée de la porte, où le courant d'air qui les ſaiſit ne laiſſe pas aſſez de tems pour les broſſer.

On pourra diminuer la peſanteur de cette pierre en la taillant vers la baſe, de maniére qu'elle n'offre plus que huit pouces quarrés d'aſſiſe, & même on pourra la creuſer par deſſous ou l'échancrer ; mais, comme la ſtabilité dépend de la peſanteur, & qu'une fois poſée, elle doit l'être pour toujours, je me bornerai ſimplement à la diminution que je propoſe, & je la ferai plutôt comme un ornement, que pour la rendre plus légére.

Expériences & Obſervations.

J'ai paſſé au feu ſous ce Préſervateur une portion d'un amalgame de demi once de Mercure & d'un gros & demi d'argent. Quoique le feu n'ait pas été plus ardent que celui qu'on employe pour le dorage des

à l'air comme le Cron. Elle réſiſte aſſez au feu pour en permettre l'uſage dans la conſtruction des forges, des fourneaux &c. Comme ces pierres ne ſont pas communes par-tout, on peut y ſuppléer par des fourneaux en argile conſtruits ſur les mêmes principes.

des piéces délicates, la volatiliſation du Mercure a éténéanmoins des plus complettes. L'autre portion de l'amalgame étant ſoumiſe à l'action d'un feu ardent, l'évaporation du Mercure a été plus rapide. J'ai remarqué que dans ces deux expériences, l'intérieur de la cheminée ſe tapiſſoit d'une roſée mercurielle qu'on peut recueillir d'autant plus aiſément, que les parois intérieures de la cheminée ſont paſſées au vernis de plomb. Cependant cette roſée eſt plus abondante & forme même des gouttes qui ſe précipitent dans le canal de rabais, quand les braiſes ſont couvertes de cendre, & que par conſéquent la chaleur eſt moindre. En expoſant des piéces d'or à trois pouces du bout de la cheminée, elles ont été conſtamment blanchies par les vapeurs mercurielles qui étoient emportées par le courant d'air. La même expérience tentée au-deſſus de la porte n'a laiſſé aucun indice de la préſence du Mercure.

C'eſt ſur cette obſervation que je me crois fondé à joindre au Préſervateur un ſupplément de moyens, pour obtenir une plus grande quantité de Mercure. Il ſuffit pour cela d'ajouter à la planche percée un canal de tole coudé *M*, prolongé d'un pied & demi à deux pieds; alors les vapeurs métalliques rencontrant des parois moins échauffés, ſe condenſeroient & formeroient des gouttes qui ſe réuniroient dans un étui *N* également de tole, & pratiqué ſous le coude même. Cet étui s'enchaſſeroit à la maniére des bayonnettes, & ſeroit retenu au corps du tuyau par le moyen d'un bouton.

Comme le Préſervateur ne ſera pas ſcellé au canal de tole fixé à la fenêtre, & qu'il n'y ſera que préſenté, le Doreur pourra l'enlever à ſon gré de deſſus ſon fourneau pour diſpoſer ſon feu, ou pour raſſembler par le moyen d'une plume, après ſes opérations, les portions de Mercure qui pourroient ſe trouver à la voute du Laboratoire, ainſi que dans une partie du canal. Je dis par le moyen d'une plume, parce qu'il ne ſeroit pas prudent de ſe ſervir de ſes doigts pour réunir les parties diviſées du métal; il ſeroit à craindre que cette extrême diviſion ne facilitât ſon introduction dans les pores de la partie qui l'auroit touché, & ne produiſit à la longue les dangereux effets que nous cherchons à prévenir.

Peut-être ne ſeroit-il pas inutile, lorſqu'il s'agiroit du dorage de plus fortes piéces qu'on traiteroit alors à feu nud, de faire traverſer le tuyau de tole dans une cuvette pleine d'eau fraiche, pour faciliter la condenſation & la réunion des vapeurs métalliques. Ce ſeroit, je crois, pour les deux cas un moyen infaillible de retirer, à peu de choſe près, la totalité du Mercure employé pour l'amalgame. Si pour douze montres ordinaires, il faut un amalgame de deux deniers 17 à 18 grains que péſe le Ducat & d'une once de Mercure, vu l'immenſe

quantité qu'on en fabrique ici, & la conſommation de ce dernier métal qu'exige le dorage des fauſſes boîtes, des chaînes de montre &c. il ſera plus aiſé de ſentir les avantages qu'on peut ſe promettre de l'uſage d'une machine, qui réunit à la ſimplicité de ſi grands avantages économiques. (*a*)

L'expérience que je viens d'expoſer, en conſtatant la libre volatiliſation du Mercure, étoit bien concluante pour lever mes doutes ſur l'utilité de ce Préſervateur, & ſur les fruits que les Doreurs pouvoient en retirer; mais elle étoit inſuffiſante pour une ſociété d'Artiſtes & d'Amateurs éclairés qui ne jugent des découvertes qu'après les épreuves auxquelles ils les ſoumettent. Il convenoit donc que les gens même de la profeſſion puſſent balancer les avantages que j'en attendois, avec les obſervations que leur expérience pouvoit leur fournir. Mais les ſuccès qui accompagnèrent les expériences tentées ſous les yeux de la premiére Commiſſion, n'ont pas été démentis par les nouvelles épreuves qu'une aſſemblée d'Artiſtes a dirigées. Il réſulte enfin de ce travail :

1°. Que les vapeurs mercurielles ſont entraînées entiérement au-dehors de l'appartement, par le courant d'air qui s'inſinue par la porte du Préſervateur.

2°. Que le Laboratoire une fois échauffé, les coups de vent ne refoulent pas ces vapeurs vers la porte à moins qu'on ne tienne la fenêtre ouverte.

3°. Que la fumée mercurielle qui s'élève des piéces qu'on met refroidir ſur la tablette extérieure du fourneau, même à un pouce & demi de l'entrée, eſt entiérement emportée dans le canal par l'air qui y entre avec rapidité.

4°. Qu'à la faveur de la nouvelle conſtruction que je préſente, le jour eſt très-grand dans l'intérieur du fourneau, & permet de dorer les plus petites piéces au fil-d'archal comme on le pratique ordinairement.

5°. Enfin, que l'évaporation du Mercure eſt plus rapide ſous cette machine, que lorſqu'on travaille à découvert ſuivant l'ancienne méthode, puiſque ſept minutes ont ſuffi pour conduire avec ſuccès le dorage de huit clefs de montres traitées au fil-d'archal avec deux platines.

Une conſidération qui ne me paroît pas à négliger, c'eſt que le

(*a*) Ce que nous avançons ici n'eſt point une ſimple conjecture, c'eſt une vérité reconnue, dont le Sr. Borel peut rendre témoignage. Il n'a jamais manqué de retirer preſque la moitié du Mercure qu'il employe pour ſes opérations, & il ne deſeſpère pas d'en retirer encore davantage.

Mercure en ſe volatiliſant emporte toujours une portion du métal précieux avec lequel il eſt amalgamé. C'eſt un fait que j'ai conſtaté par pluſieurs expériences. Cette addition le rend plus propre à s'unir à une nouvelle portion de métal qu'on lui préſente. Dans ce cas, l'or qui rencontre dans le Mercure des parties qui lui ſont entiérement homogènes & qui y jouiſſent d'une diviſion infinie, éprouve l'action de deux affinités en même temps, & ſe combine plus promtement avec le Mercure qu'il ne le feroit ſans cela. J'ajouterai cependant que ces effets ſont plus ſenſibles dans un Mercure obtenu d'un dorage rapide & qui a été fait à feu découvert.

Une autre obſervation qui paroît trouver ici ſa place, mais qui regarde plus particuliérement les Doreurs des grandes piéces, c'eſt que les cendres qui réſultent des braiſes & des charbons employés pour cette eſpèce de départ, ne doivent pas être regardées comme des cendres ordinaires. J'ai été appellé à examiner par la voye du Mercure cinq livres de ces cendres, elles me rendirent 22 $\frac{1}{2}$ grains d'or. Le frottement des piéces ſur les braiſes ou ſur les charbons, doit néceſſairement en détacher des particules d'amalgame & concourir à ce nouveau produit.

Les Doreurs de Genève, ſi j'en peux juger par le travail des Artiſtes qui ont opéré ſous les yeux de la Commiſſion, ſont dans l'habitude de paſſer de temps en temps la broſſe ſur la piéce pour étendre l'amalgame plus uniformément; dans ce cas, pour éviter les vapeurs du Mercure, ils ſe contentent de laiſſer un peu refroidir la piéce en étendant les bras, & en retournant la tête du côté oppoſé: quand ils la jugent aſſez réfroidie, c'eſt-à-dire, lorſqu'elle répand moins de vapeurs, ils donnent le coup de broſſe, & ils la remettent enſuite au feu. Cette manipulation ſe répéte quatre à cinq fois pour des platines de montre.

Qu'on me permette de m'élever contre cette méthode, que je regarde comme très-préjudiciable à la ſanté. On peut, ſans ſortir la piéce du Préſervateur, diminuer le degré de chaleur en la levant juſqu'à la voute par le moyen de la pince. L'air qui traverſe le Laboratoire la refroidit aſſez. D'ailleurs, il eſt encore d'autres moyens auſſi faciles, c'eſt de poſer la piéce au-dehors du Laboratoire à un pouce de la porte, ou bien ſur cette portion de cercle qui commence depuis la porte, & qui prend tout l'angle droit du Fourneau. Comme le courant d'air ne s'établit que par cette porte, il entraîne les vapeurs métalliques & les dirige vers le canal. Ce ſont ces deux derniers moyens que je propoſe, ils ſont les plus propres à mettre l'Artiſte à portée de connoître l'état de la piéce qu'il veut broſſer.

J'ajouterai encore que le double linge dont le Doreur s'enveloppe,

lorſqu'il reçoit la piéce qu'il veut broſſer, ne peut pas le garantir entiérement des vapeurs du Mercure. Elles deviennent bientôt plus peſantes parce qu'elles n'éprouvent plus le même degré de chaleur; alors elles traverſent le linge, entrent en partie dans les pores de la main, & produiſent à la longue ces tremblemens dont le Doreur eſt ſouvent affecté. Un gant de peau, ou encore mieux un gant fait avec une veſſie ſouple, me ſemble plus propre à cet uſage. On réunira toutes les précautions néceſſaires, ſi pour ce dernier procédé, on a ſoin de ſe placer dans un courant d'air. On l'obtiendra en pratiquant à la fenêtre un carreau de verre qui s'ouvriroit par charniére. Cette nouvelle ouverture faciliteroit à l'air un cours qui éloigneroit de l'Artiſte les vapeurs qui s'échappent de la piéce. Si pour cette opération, on ſuit la méthode que l'expérience me porte à preſcrire, on trouvera que l'ouvrage eſt conſidérablement abrégé, parce que les vapeurs métalliques ſont ſubitement emportées par le courant d'air que la chaleur établit alors dans l'intérieur du Préſervateur.

On m'objectera peut-être que la rapidité de l'évaporation mercurielle eſt plutôt un vice qu'une perfection, parce qu'elle ne donne pas au Doreur le tems d'étendre ſon amalgame uniformément, comme il le fait par le moyen de la broſſe. Cette objection ne ſeroit pas ſans force, ſi ce même Doreur n'avoit pas le pouvoir de modérer ou d'augmenter le feu à ſa volonté, & ſuivant ſes lumiéres. C'eſt l'expérience ſeule qui devient ſon guide; & cette opération eſt ſi facile pour ceux qui ſont exercés dans ce travail, qu'elle ne me permet pas de m'étendre ſur les règles d'un feu qui devient arbitraire, & dont l'activité doit toujours être rélative à la force des piéces qu'on y expoſe. Il me ſuffit d'ajouter que ſix Perſonnes qui travaillérent ſous les yeux de la Commiſſion, témoignérent le plus grand empreſſement pour l'exécution de nouveaux Préſervateurs ſemblables à celui que j'ai eu l'honneur de préſenter au Comité, avec l'aſſurance unanime de leur part qu'elles le jugent actuellement exempt d'additions & de corrections.

Il me reſte, après ces premiéres épreuves, de porter mes vues ſur les opérations qui précédent le dorage, comme d'émoudre l'or & de diſſoudre le Mercure dans l'eau-forte pour faire le ſpécifique dont les Doreurs ſe ſervent pour aviver les piéces avant d'y appliquer l'amalgame. Mais j'avoue que la conſtruction du Préſervateur eſt telle, qu'elle exigeroit, je ne dis pas de grands changemens, mais au moins des modifications dans la premiére opération, parce que les Artiſtes employent un feu trop ardent pour ne laiſſer aucune crainte ſur la fracture des verres. Ils exigent que la chaleur ſoit aſſez forte pour rougir un creuſet. Lorſqu'il eſt rouge, ils y jettent le Mercure & l'or laminé, & remuent le mêlange de tems en tems. Quand l'union des deux

corps eſt parfaite, ils verſent l'amalgame dans un verre plein d'eau pour le refroidir. Tel eſt le procédé ſuivi par les Doreurs.

Il eſt inconteſtable qu'une partie du Mercure ſe diſſipe en vapeurs pendant cette opération, & que ces vapeurs reçues par des Artiſtes peu précautionneux peuvent influer ſur leur ſanté & rendre inutiles les ſoins que nous apportons pour les préſerver des funeſtes effets de ce métal volatiliſé. L'expérience que je viens de faire ſous les yeux d'une Doreuſe, & dont la réuſſite ne laiſſe plus rien à deſirer ſur cet objet, m'autoriſe, je crois, à mettre ſous les yeux des Perſonnes intéreſſées à leur conſervation, la comparaiſon des réſultats de la méthode ordinaire & de celle que je propoſe.

Perſuadé, comme je l'ai toujours été, que le Mercure n'a beſoin que d'un degré de chaleur capable de le faire bouillir, pour diſſoudre complettement l'or laminé qu'on veut amalgamer, & que la chaleur qu'on employe n'a d'autre but que celui de hâter leur union réciproque, puiſqu'elle peut ſe faire même à froid, à la vérité plus lentement, j'ai cru qu'on pouvoit ſe diſpenſer de l'uſage d'un creuſet & recourir à celui d'une ſimple fiole, ou d'un petit matras très-mince, comme devant être un inſtrument plus propre à ajouter aux vues économiques une certitude déſirée ſur la quantité de Mercure qu'il convient d'unir à l'or pour cette opération. On ſait que les plus expérimentés manquent quelquefois leur amalgame en le faiſant ou trop ſolide ou trop liquide, & que cette imperfection dépend du plus ou du moins de tems que la matiére reſte au feu, comme auſſi du degré de rougeur qu'on donne au creuſet. Pour cet effet, il falloit que la méthode ordinaire fut parfaitement analyſée, afin qu'elle pût me ſervir de guide aſſuré pour les expériences que je projettois de faire.

J'ai donc pris une once & un gros de Mercure avec un Ducat d'Hollande peſant deux deniers & dix-ſept grains : j'ai traité ce mélange au creuſet ſous une cheminée où j'avois allumé un grand feu, afin d'entretenir un courant d'air capable de nous préſerver des vapeurs mercurielles. Pendant l'opération, je tenois une piéce d'or à ſix pouces au-deſſus du creuſet, pour reconnoître ſi les vapeurs du Mercure me donneroient quelque indice de leur préſence : mais malgré la fumée qui ſortoit du creuſet, l'or eſt demeuré intact. La peſanteur qu'on reconnoit à ce métal ne permettoit pas ſans-doute à ſes vapeurs de s'élever juſqu'à la direction du courant d'air ; elles retomboient ſur le foyer même, & l'or préſenté au-deſſous du creuſet confirmoit cette conjecture par la blancheur qu'il prenoit aſſez ſubitement.

Je ne m'étendrois pas ſur cette obſervation, ſi elle ne concouroit pas à manifeſter les dangers que courent les Artiſtes qui ſe croyent en ſureté lorſqu'ils font cette opération ſous une ſimple cheminée, en ſe ſervant également d'un creuſet.

Lorſque l'amalgame nous a paru au point de conſiſtance deſiré, je l'ai verſé dans l'eau (*a*) ; & pour le priver entiérement de l'humidité qui pouvoit ajouter à ſa peſanteur, je l'ai pétri ſur un papier ſans colle, ayant ſoin de le changer de place, juſqu'à ce qu'enfin il eut ceſſé d'humecter le papier. Cette maſſe repeſée enſuite avec ſoin s'eſt trouvée réduite à 23 deniers. En défalquant les deux deniers & 17 grains d'or, il doit reſter 20 deniers & 7 grains de Mercure. Il eſt donc conſtant que cette opération a exigé l'évaporation de ſix deniers & 17 grains de ce métal.

Convaincu par une longue ſuite d'expériences étrangéres à cet objet, que le Mercure renfermé dans des vaſes terminés en voute ſe condenſe à meſure qu'il ſe volatiliſe, lorſque le haut du vaſe n'éprouve pas le même degré de chaleur que ſon fond, & qu'il eſt facile avec trois à quatre braiſes allumées de le faire bouillir ſans caſſer le verre, lorſqu'il eſt mince, j'ai cru devoir appliquer ces obſervations à notre opération, comme étant le moyen le plus propre, s'il me réuſſiſſoit, pour partir d'un poids déterminé de Mercure pour cet amalgame.

Pour cette épreuve, j'ai employé la moitié des doſes reconnues dans le produit dont j'ai déja fait mention ; c'eſt-à-dire, dix deniers de Mercure & un denier & huit grains d'or de départ. Ayant placé la bouteille ſur un lit de braiſes ardentes & de cendres, j'ai donné une chaleur capable de faire bouillir le Mercure. Sa volatiliſation s'eſt faite aſſez connoître par la roſée métallique qui tapiſſoit la partie ſupérieure de la bouteille, mais rien ne ſortoit au dehors, comme je m'en ſuis aſſuré en expoſant une piéce d'or à un demi pouce de l'orifice du vaſe. L'opération achevée, la maſſe avoit perdu dix grains que je n'ai pas eu beaucoup de peine à retrouver en ſecouant la bouteille pour faire retomber le Mercure qui s'étoit attaché au dôme.

Il réſulte de cette comparaiſon de produits & des modifications que j'apporte à la manipulation ordinaire 1°. que l'Artiſte eſt plus ſûr de ſes doſes : 2°. qu'il fait un bénéfice de plus d'un quart d'once de Mercure pour l'emploi d'un Ducat : 3°. qu'il eſt parfaitement à l'abri des vapeurs meurtriéres dont la premiére opération eſt accompagnée. Il eſt donc inutile de recourir au Préſervateur pour *émoudre*, malgré la facilité des moyens indiqués. Cependant, ceux qui voudroient s'en ſervir, ne ſeroit-ce que pour profiter du même feu, pourront, en place de fiole, employer un petit matras d'Eſſayeur dont le col a

(*a*) Cette eau ſe trouble ; & ſi on l'obſerve avec attention, on apperçoit des globules de Mercure. On peut laiſſer précipiter cette poudre qui n'eſt que du Mercure extrêmement diviſé & qui tient un peu d'or. La maſſe précipitée peut être enſuite ajoutée à la diſſolution du Mercure.

ordinairement cinq à ſix pouces de longueur, le placer ſur le foyer, & laiſſer ſortir le col par la petite porte ſans craindre aucune vapeur. De quelque vaſe qu'on veuille ſe ſervir, il ſeroit prudent de l'expoſer d'abord à une chaleur douce, avant de le placer immédiatement ſur les braiſes ardentes.

A l'égard de la diſſolution du Mercure par l'eau forte dont on ſe ſert pour aviver les piéces qu'on veut dorer, quoique les vapeurs qu'elle répand ſoient nuiſibles, il s'en faut bien néanmoins qu'elles produiſent ſur nos organes des effets auſſi meurtriers que le Mercure : mais comme leur action ſe porte principalement ſur la poitrine, & qu'elle peut l'affecter au point de donner des extinctions de voix, & ſouvent de faire cracher le ſang, il convient de s'en garantir entiérement. Cette diſſolution pourroit à la rigueur ſe faire ſous le Préſervateur, s'il n'eſt pas de métal, dans une fiole de médecine qu'on placeroit ſur les cendres chaudes ; mais comme les vapeurs qui s'en élèvent ſont acides, elles diſſoudroient le Mercure que le canal pourroit encore contenir. Elles formeroient un ſel cauſtique qui en tapiſſeroit l'intérieur, & qui ſe confondroit avec le Mercure produit par de nouveaux dorages. J'adopterois volontiers cette méthode, ſi l'on pouvoit eſpérer de l'Artiſte l'achat d'un préſervateur, ou d'une ſimple cloche deſtinée à cet uſage ; mais j'avoue ingénument qu'il eſt un moyen plus ſimple pour diſſoudre le Mercure, & ſe mettre à l'abri des vapeurs de l'eau-forte : c'eſt de faire chauffer le mêlange ſur les cendres chaudes ſous une cheminée : lorſque la diſſolution eſt en train, on tranſporte la fiole ſur une fenêtre que l'on referme exactement, afin que les vapeurs n'incommodent pas ; la diſſolution ſe fait alors avec rapidité, & la premiére chaleur qu'on a donnée à l'eau-forte ſuffit pour l'achever.

Il arrive ſouvent que le réfroidiſſement & le repos font paroître un ſel blanc que quelques Artiſtes rejettent comme inutile ; mais il faut bien ſe garder de conſidérer ce ſel comme étranger à la diſſolution & au ſpécifique que l'on cherche, car il eſt lui-même le réſultat de l'union & de la combinaiſon de l'eau-forte avec le Mercure. C'eſt enfin ce ſel diſſous dans le mêlange, qui conſtitue ſeul le ſpécifique propre à aviver : on le fait aiſément diſparoître, en expoſant de nouveau la fiole ſur les cendres chaudes, & en ajoutant enſuite un peu d'eau pour l'empêcher de ſe cryſtalliſer de nouveau.

Si j'écrivois pour des Phyſiciens Chymiſtes, je me garderois bien de m'étendre ſur un objet auſſi connu, mais je parle à des Artiſtes dont la plûpart ignorent l'effet des diſſolutions & des nouvelles combinaiſons qu'ils opèrent. Je regarde auſſi cette note d'autant plus utile dans ce Mémoire, que pluſieurs Doreuſes m'ont avoué qu'elles ne

ſavoient que penſer de ce phénomène, & que toutes les fois que cela leur arrivoit, les unes jettoient ce ſel, & d'autres la diſſolution entiére, dans la crainte qu'ils ne gâtaſſent leur opération : elles ne manquoient pas même d'attribuer cet effet à la mauvaiſe foi du Marchand leur livroit les matiéres.

Le dorage des piéces d'une montre exigeant peu de feu, je préfère la terre cuite aux plaques de tole pour la conſtruction du Préſervateur. Je ne propoſe aucun changement dans le mêlange que les Terraſſiers employent pour faire leur pâte. La terre cuite commune & qui ſouffre le feu ſuffit. Je recommanderai plus particuliérement de paſſer un vernis au plomb en dedans, afin de déterminer plus facilement à la chûte le Mercure condenſé.

Quant au dorage des grandes piéces qui veulent un feu découvert, la compoſition ordinaire des Terraſſiers ne me paroît pas ſuffiſante. J'ai éprouvé par des expériences étrangéres à celles qui concernent l'art du Doreur, qu'avec un mêlange de deux parties d'argille blanche de Bourg en Breſſe paſſée au tamis de ſoye, de deux parties de porcelaine briſée réduite en poudre fine, & d'une partie d'argille brune de nos environs, on forme des vaſes bien liés, très-durs, très-ſonores, & capables de ſoutenir le plus grand feu de fuſion ſans ſe fendre, lors même qu'on les retire du feu encore rouges, & qu'on les expoſe à l'air.

C'eſt de cette compoſition que devront être faits les Préſervateurs deſtinés au dorage des fauſſes boîtes, des chaînes &c. en ſuppoſant qu'on leur donnera une capacité proportionnée aux piéces ſur leſquelles on veut travailler. Pour ce qui regarde le dorage des bras de cheminée, des gardes d'épée, chandeliers &c. on doit préferer la conſtruction d'une cheminée en tole, faite ſur le même principe que je viens d'expoſer. La naiſſance du canal de rabais commenceroit alors à deux pieds au-deſſus du foyer.

Les fraix pour le régime que j'expoſe ſe réduiſent à ſi peu de choſe, que nous avons lieu d'eſpérer que l'eſprit de routine qui retarde ſi ſouvent les progrès des Arts, ne prévaudra pas ſur le zèle qui anime les Membres de cette Société.

FIN.

A GENEVE, de l'Imprimerie de J. P. BONNANT, 1778.

pl. I

Fig. 1.

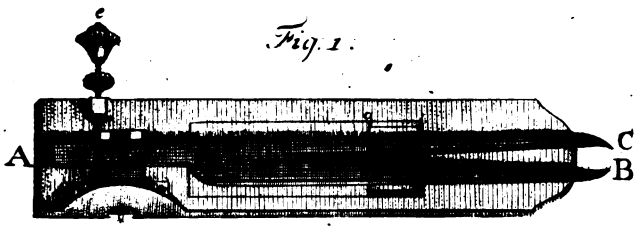
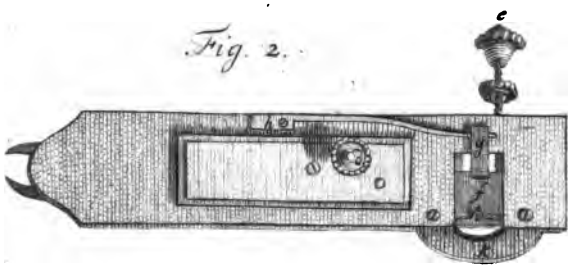
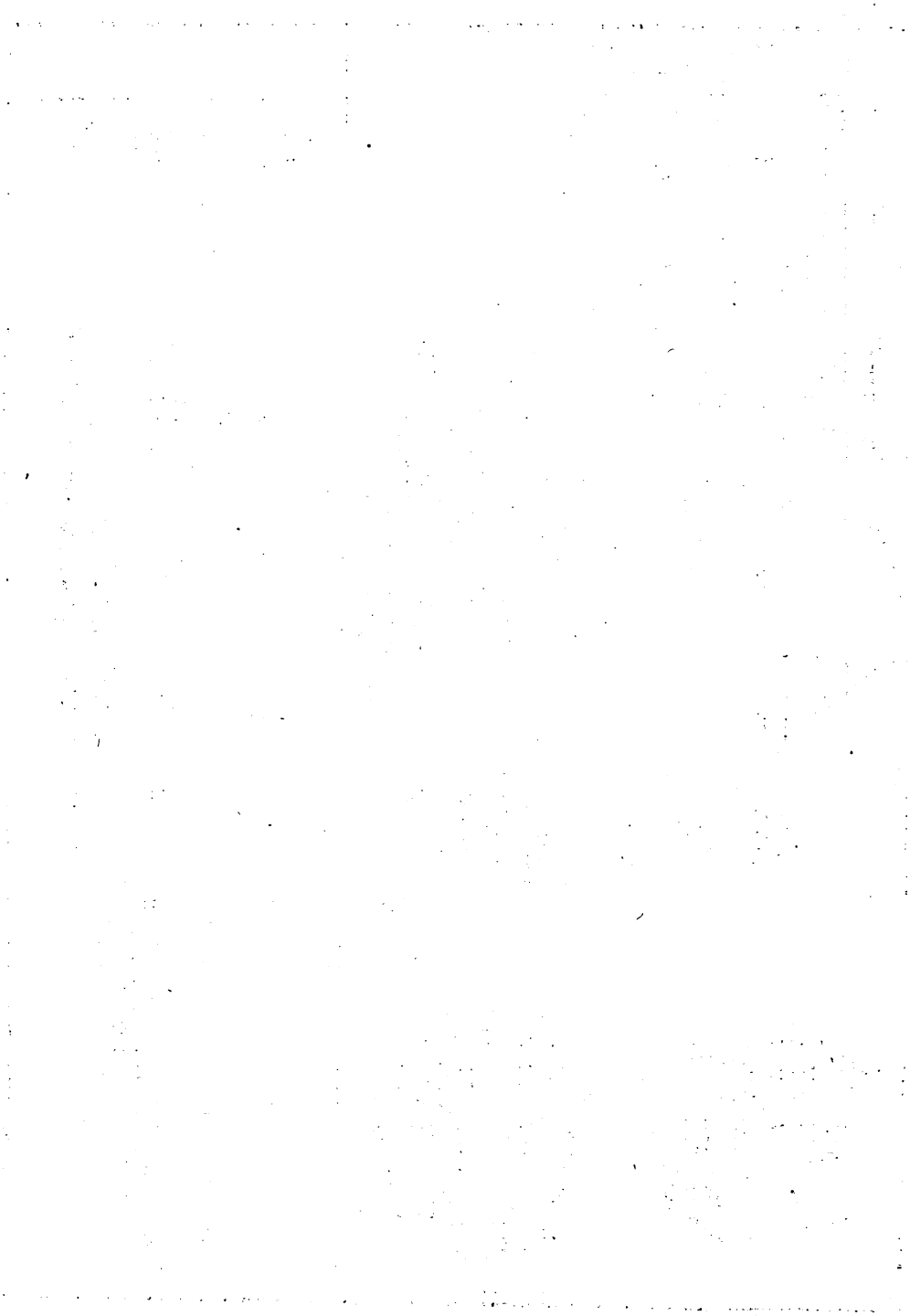


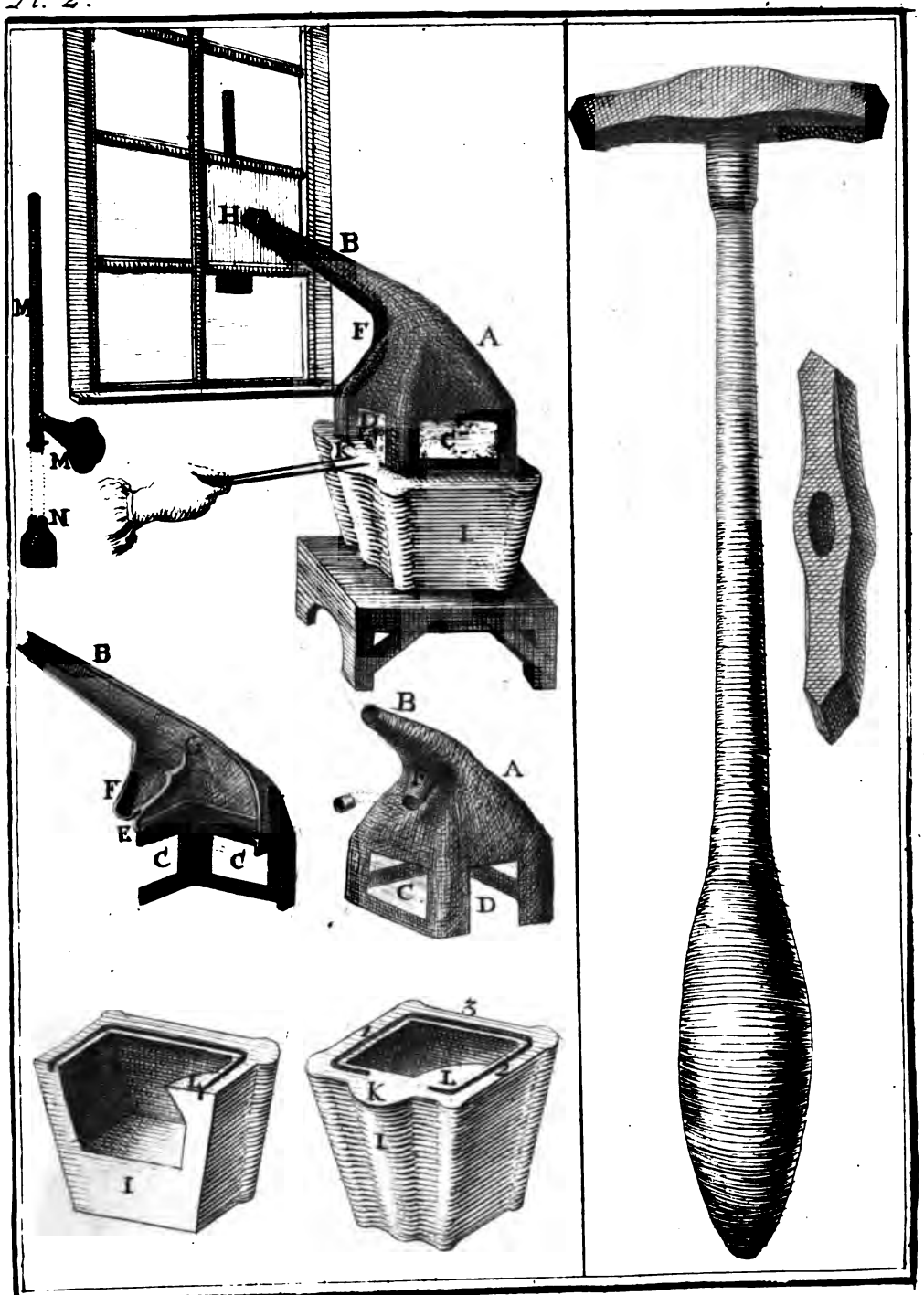
Fig. 2.



L'Arlaud. del. Genevensis. 1778. C.G.Geissler. Sculps.



Pl. 2.



C.C. Geissler. Delin. et Sculpsr.

ERRATA.

Page 12 *ligne* 40 proprieté *liſez* propreté.

Page 20 *ligne* 39 cendres *liſez* cendrures.

Page 21 *ligne* 5 poliſſure *liſez* poliſſoire.

Page 46 *ligne* 4 laiſſent *liſez* ils laiſſent.

Page 72 *ligne* 25 quarante *liſez* à quarante.

Page 78 *ligne* 28 elle eſt en bec *liſez* en bec.

Page 80 *ligne* 11 ou en les en retirant *liſez* ou lorſqu'il les en retire.

Page 88 *ligne* 5 leur livroit *liſez* qui leur livroit.

MEMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ,

Etablie à Genève pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.

TOME PREMIER.

SECONDE PARTIE.

AVIS.

La Société ſe propoſe de réimprimer la première partie de ſes Mémoires, ſous le même format, ſur le même papier & avec les mêmes caractères que celle-ci; ces deux parties pourront être ainſi réunies en un ſeul volume qui n'excédera pas les bornes ordinaires d'un *in-quartò*.

MEMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ,

Etablie à GENEVE *pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.*

TOME PREMIER.

SECONDE PARTIE.

A GENEVE,

De l'Imprimerie de J. P. BONNANT.

M. DCC. LXXX.

INTRODUCTION

A la ſeconde Partie des Mémoires de la Société, établie à Genève pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture.

AVERTISSEMENT.

La SOCIÉTÉ, appellée à publier la ſeconde partie de ſes Mémoires, a cru devoir y joindre, en forme d'Introduction, un Précis hiſtorique de ſes principales opérations dans les deux années qui viennent de s'écouler. Elle a jugé encore, qu'en faiſant ſuivre ce Précis de quelques détails préliminaires ſur les matières traitées dans les Mémoires qu'elle publie, ces additions rendroient le volume plus intéreſſant & plus à portée de tous les lecteurs. Cette nouvelle forme, les ſoins qu'on a pris de la partie typographique, & le prix réel de la collection que renferme ce volume, nous font préſumer qu'il méritera l'attention du Public.

Précis hiſtorique ſur les opérations de la Société.

ON ſait combien les Arts, qui tiennent particuliérement à l'induſtrie & au goût, ſont heureuſement cultivés dans notre Ville, & on ſait auſſi que ces Arts doivent leur perfection à l'étude raiſonnée & approfondie de la nature. Ces conſidérations ont engagé la Société à fonder une école de Deſſin d'après nature, & cet établiſſement a réuſſi au-delà de notre attente. L'école fut ouverte le pre-

Ecole de Deſſin d'après nature.

mier Février 1778, elle a été dès-lors ſuivie avec un empreſſement & une aſſiduité qui font à la fois l'éloge des maîtres & des élèves, & les progrès de ces derniers ont été très-rapides, la Société en a vu la preuve en comparant des figures académiques qui ont obtenu cette année les trois prix qu'elle a fondés, avec celles qui avoient été couronnées l'année précédente.

Gravure en taille-douce.

On a vu avec d'autant plus de plaiſir proſpérer cet établiſſement que la Société le regarde comme la baſe d'une nouvelle branche d'induſtrie, qu'elle ſe propoſe d'introduire chez nous, & qu'elle a déja encouragée auſſi efficacement qu'elle l'a pu, nous voulons parler de la gravure en taille-douce; c'eſt-là un des Arts qui nous conviennent le mieux, un Art où la main-d'œuvre fait tout, nous ne manquons ni de talens ni de ſecours pour le cultiver avec fruit, & le goût des eſtampes, ſi généralement répandu dans l'Europe, joint aux ſuccès de la Typographie dans Genève, aſſurent à ſes productions l'écoulement le plus avantageux.

Cours gratuit de Chymie.

Les occupations trop multipliées du démonſtrateur de Chymie l'empêchérent l'année dernière de donner le cours annuel fondé par la Société. Il a repris de nouveau ſes fonctions, & l'empreſſement avec lequel on aſſiſte à ſes leçons, prouve aſſez combien elles ſont utiles; la Chymie en effet tient à tous les Arts, pour ainſi dire, par leurs racines; car toutes les matières qu'ils emploient peuvent être regardées comme des produits chymiques. Les Emailleurs en particulier, ont retiré beaucoup de fruit de ce cours en ſe perfectionnant dans la préparation & l'emploi difficile des chaux & des verres métalliques, qui forment la baſe de preſque toutes leurs couleurs.

Leçons de Méchanique appliquée à l'horlogerie.

Les leçons élémentaires de méchanique, appliquée à l'horlogerie, établiſſement qui intéreſſoit tellement la Société qu'il avoit principalement contribué à ſa formation,

n'a pu encore ſe réaliſer par pluſieurs raiſons, & ſurtout par la difficulté de trouver un emplacement convenable & un Démonſtrateur tel que la Société le déſire; mais ces deux obſtacles ſont enfin levés, le cours que le Comité des Arts s'eſt chargé de dreſſer eſt fort avancé, on travaille aux machines néceſſaires, & nous avons lieu deſpérer qu'avant la fin de cette année ou au commencement de la prochaine, on jouira de cet établiſſement attendu, avec d'autant plus d'impatience qu'il ſera d'une utilité très-générale dans notre Ville.

Méridienne du Tems moyen.

L'horlogerie, qui fait une de ſes principales reſſources, a reçu de la Société pluſieurs encouragemens & des ſecours importans; de ce nombre eſt la conſtruction d'une méridienne du *Tems moyen*.

Détails à ce ſujet.

Tout le monde ſait que le ſoleil donne midi chaque fois qu'il eſt ramené au méridien par le mouvement journalier de la terre ſur ſon axe, & que l'on compte 24 heures d'un midi à l'autre; le Tems, ainſi donné immédiatement par le ſoleil ſur les méridiennes & les cadrans, s'appelle *Tems vrai* ou *apparent*, & c'eſt celui qu'on emploie dans l'uſage civil.

Mais par une ſuite de l'inégalité du mouvement de la terre dans ſon orbite annuelle, & de l'obliquité de cette même orbite au cercle, auquel on rapporte les phénomènes qui tiennent au mouvement diurne, la marche apparente du ſoleil n'eſt point uniforme; on compte bien toujours 24 heures d'un midi à l'autre, mais ces heures ſont inégales dans les différentes ſaiſons de l'année, & le ſoleil ne peut ſervir à meſurer le Tems qu'au moyen d'une correction que les Aſtronomes ont calculée pour tous les jours, & dont on a dreſſé des Tables; on l'appelle l'*Equation du Tems*.

Cette correction réduit le Tems donné par le ſoleil ou le *Tems vrai* à un Tems uniforme, tel que le donneroit

une horloge rigoureuſement parfaite, qui, marquant midi le premier & le dernier jour de l'année, au moment où le ſoleil eſt dans le Méridien, marcheroit dans l'intervalle ſans aucune inégalité ; le Tems que marqueroit cette horloge s'appelle *Tems moyen*, on y réduit les calculs aſtronomiques, il eſt le ſeul propre à ſervir de meſure, le ſeul enfin ſur lequel doivent ſe régler toutes les machines d'horlogerie.

Mais l'uſage des Tables d'équation, incommode & quelquefois embarraſſant pour la plupart des Artiſtes, étoit par cela même négligé ; on ſe contentoit pour l'ordinaire de comparer les montres avec la marche du ſoleil, & ſi elles la ſuivoient à-peu-près, on les regardoit comme réglées.

La Société a cru rendre un ſervice eſſentiel aux Artiſtes qui aiment & recherchent la perfection dans leur Art, en leur donnant la facilité d'obſerver le *Tems moyen* auſſi aiſément que le *Tems vrai*, & de ſe paſſer ainſi des Tables d'équation : elle a fait placer dans le mur & ſur l'ancienne Méridienne du Temple de St. Pierre, qui a été rectifiée à cette occaſion, une ligne courbe qui repréſente la marche du *Tems moyen* ; elle enveloppe, ſous la forme d'un 8 de chiffre, la Méridienne du *Tems vrai* & la croiſe en quatre endroits qui répondent aux quatre jours de l'année, où, par une compenſation entre les deux cauſes d'inégalité, le *Tems vrai* s'accorde avec le *Tems moyen* ; cette courbe, qui eſt irrégulière par ſa nature & qui le paroît encore davantage à cauſe de l'obliquité du mur, a été calculée & tracée avec un ſoin tout particulier par M. MALLET, Profeſſeur d'Aſtronomie ; elle eſt formée d'une barre de fer de ſix lignes en quarré, incruſtée très-ſolidement dans le mur ; les deux branches de la courbe, qui répondent aux deux intervalles entre les ſolſtices, ſont diverſement colorées ; & l'avertiſſement,

placé au-deſſous, indique de laquelle des deux on doit faire uſage ſuivant la ſaiſon où l'on eſt.

Au moment donc où le point lumineux, produit par les rayons ſolaires, traverſe la branche de la courbe qui répond à l'intervalle ſolſticial dans lequel on ſe trouve, il donne ce qu'on appelle le *Midi moyen*, les retours du ſoleil à la courbe ſont conſtamment de 24 heures toujours égales, & il réſulte ainſi de l'irrégularité apparente de cette courbe, une uniformité réelle & précieuſe.

Le Gouvernement, ſentant l'utilité de cet établiſſement, a rembourſé à la Société les frais qu'elle avoit faits à cet occaſion.

Coup de cloche qui marque l'inſtant du midi moyen.

Elle en a enſuite étendu & ſinguliérement facilité l'uſage en prépoſant une perſonne qui, chaque jour au moment du midi moyen, frappe un coup ſur la groſſe cloche, à l'aide d'une détente & de pluſieurs renvois. Ce coup, de nature à être entendu d'aſſez loin, diſpenſe la plupart des Artiſtes, dont le tems eſt précieux, de ſe tranſporter à la Méridienne pour régler leurs montres ou leurs pendules, & donne à tout le monde la même commodité; car, quelle que ſoit l'heure que les montres indiquent au moment où le coup ſe fait entendre, elles doivent marquer tous les jours la même heure au même inſtant, & la quantité dont elles en diffèrent en avance ou en retard donne préciſément le défaut de leur marche.

Degré de préciſion de cette opération.

La comparaiſon de ce coup avec le *Midi moyen*, conclu de l'obſervation du paſſage du ſoleil au Méridien faite journellement à l'obſervatoire de la manière la plus exacte, a fait voir que cette opération étoit ſuſceptible d'une préciſion aſſez grande & ſuffiſante pour ſon objet; car les réſultats n'ont jamais différé de plus de trois à quatre ſecondes de ceux de l'obſervatoire; & ſi l'on réfléchit à l'incertitude inſéparable d'une obſervation de ce genre, on ſentira que ce degré d'exactitude fait l'éloge de la mé-

thode, & annonce beaucoup d'attention & de juſteſſe dans le coup-d'œil des perſonnes qui la mettent en exécution.

Travail du Comité des Arts pour perfectionner la fabrication des limes.

On peut mettre encore au nombre des ſecours importans fournis à l'horlogerie, les travaux longs & ſoutenus du Comité des Arts pour perfectionner la fabrication des limes; celles qu'on tire d'Angleterre, & qui coûtent trois fois autant que les autres, ſemblent avoir perdu quelque choſe de cette ſupériorité décidée qu'elles avoient ſur celles de tout le reſte de l'Europe; on a ſenti combien il ſeroit avantageux de n'avoir plus à tirer de l'étranger l'inſtrument le plus commun & le plus néceſſaire à nos fabriques, & le Comité des Arts s'eſt occupé de cet objet avec le plus heureux ſuccès; on a commencé par répéter avec ſoin les procédés indiqués par différens Auteurs, & en particulier par M. PERRET dans ſon ouvrage ſur l'acier, inſéré dans la première partie de nos Mémoires, & quoiqu'on eût déja réuſſi par ce moyen à faire de bonnes limes, on a eſpéré d'en faire de meilleures en reprenant les travaux de plus loin; on a donc, par des épreuves multipliées, déterminé la qualité de l'acier, la manière de le travailler, le degré de recuit qui lui eſt propre, on a cherché à perfectionner les ciſeaux & l'exécution de la taille, mais on s'eſt ſur-tout attaché à la compoſition du *cément* qui enveloppe les limes avant la trempe, & elle a exigé des épreuves nombreuſes, on a fait beaucoup d'eſſais ſur la trempe elle-même, & on a enfin obtenu des limes qui, miſes ſous les yeux des Comités par la Commiſſion ſpécialement chargée de cet objet, ont paru égales en bonté, quelquefois ſupérieures aux limes Angloiſes ordinaires; pour ne rien laiſſer à deſirer, on a formé une ſeconde Commiſſion, chargée de répéter exactement les procédés de la première, elle a produit de même d'excellentes limes qui, répandues dès-lors parmi les Artiſtes, ont paru

mériter toute leur approbation ; cette découverte, indépendamment de ſon avantage pour nos fabriques, fournira probablement dans la ſuite à Genève une nouvelle branche d'exportation.

Recherches du Comité d'Economie.

Entre les objets d'utilité publique qui ont occupé le Comité d'économie, les recherches ſur la meilleure conſtruction des charrues & ſur celle des cheminées ont tenu le premier rang ; il eſt fâcheux que ces travaux exigent, par leur nature, un nombre d'eſſais, & une ſuite d'expériences qui demandent un tems aſſez long pour en conſtater la réuſſite ; mais un Artiſte du voiſinage, qui s'eſt déja occupé avec ſuccès de ce qui concerne la charrue, & qui a bien voulu communiquer ſes découvertes à la Société, y a joint un inſtrument de ſon invention qui eſt très-ingénieux, il eſt deſtiné à meſurer la force qu'emploient les bêtes de ſomme à traîner les fardeaux de toute eſpèce ; il eſt aiſé de comprendre combien d'expériences utiles on peut faire avec cet inſtrument, pour comparer entr'eux les avantages reſpectifs, des différentes conſtructions qu'on pourroit adopter dans les divers attelages depuis la charrue juſqu'au carroſſe ; auſſi la Société, après quelques eſſais, a-t-elle cru devoir en faire conſtruire un ſemblable à celui qu'elle a reçu de l'Auteur : quelques légers changemens qu'elle s'eſt permis d'y faire, en rendront l'uſage plus ſûr & plus facile ; nous donnerons dans nos prochains Mémoires la diſcription & le deſſin de cette machine qui n'a pu paroître dans ceux-ci.

Inſtrument pour meſurer la force qu'emploient les bêtes de ſomme dans leur travail.

Des recherches ſur nos poids & nos meſures ; ſur la poſſibilité d'établir chez nous des moulins à vent ; ſur la meilleure conſtruction des échelles pour les incendies, & ſur divers autres ſujets intéreſſans que nous ne détaillerons pas ici, occupent actuellement les Comités, & il y a lieu d'eſpérer que ce ne ſera pas ſans fruit.

Actes d'humanité & de dé-

La Société s'étoit bornée uniquement à l'objet qui lui

vouement récompenſés publiquement.

avoit donné ſa première exiſtence, ſavoir l'encouragement des Arts & de l'Agriculture, lors qu'un événement extraordinaire, arrivé au mois d'Août 1777, fournit l'idée de faire ſervir cette inſtitution à récompenſer & à rendre publics les actes de dévouement dans leſquels on auroit expoſé ſa vie pour ſauver celle d'un autre.

Une jeune fille tomba par accident dans le Rhône près d'un moulin en mouvement, ſous lequel la rapidité du courant l'auroit inévitablement entraînée, ſi elle n'eût été promptement ſecourue.

Un jeune homme de 20 ans, affrontant courageuſement le danger de ſe noyer lui-même, ſaute tout habillé du pont dans le fleuve, ſuit la jeune fille à la nage, l'atteint & donne à tout le Public, témoin de cet intéreſſant ſpectacle, une vive émotion, bientôt calmée par le plus heureux ſuccès, il ramène cet enfant au pied d'une échelle qu'on s'empreſſe de lui procurer, & il a enfin la gloire de lui avoir ſauvé la vie.

Cet événement, rapporté dans l'aſſemblée générale de la Société, y fit une vive ſenſation; on reçut avec acclamations la propoſition de récompenſer, de la manière la plus honorable, ce dévouement généreux; le jeune homme fut gratifié en public d'une médaille d'argent frappée au coin de la Société, & on prit la réſolution de reconnoître de même à l'avenir de pareils actes de courage & d'humanité.

Deux ans après, l'occaſion s'en préſenta de nouveau; une fille lavoit des herbes au bout d'une planche mal aſſurée qui faiſoit une ſaillie conſidérable dans le Rhône, la planche fit baſcule & la fille tomba dans l'eau; ſoutenue d'abord par ſes vêtemens, elle eſpéroit que ſes efforts lui feroient atteindre un bateau attaché à quelque diſtance; mais l'effroi la ſaiſit, elle perdit connoiſſance, & ſe trouva dans le péril le plus éminent.

Un

Un garçon boucher, attiré par des cris qui partoient de la rive oppoſée, vole à ſon ſecours; il entre dans le Rhône avec ſes habits, ſe jette à la nage, & lui ſauve la vie en courant le plus grand danger pour la ſienne; car, ſe trouvant au confluent des deux bras du Rhône qui traverſent la ville, s'il eût été entraîné quelques toiſes plus bas, il ſe voyoit au milieu du fleuve, & y auroit infailliblement ſuccombé; cette action fut récompenſée publiquement de la même manière que la précédente, & avec le même empreſſement de la part de la Société.

Quelques mois après, l'acte de dévouement, le plus brillant & le plus courageuſement ſoutenu, donna encore à la Société la douce ſatisfaction de diſtribuer deux de ſes médailles; nous ne nous étendrons pas ſur cet événement publié avec tout le détail qu'il méritoit, dans les Journaux du tems, il nous ſuffira de dire que le toît aſſez vaſte de la maiſon de correction étoit en feu d'un bout à l'autre, les Charpentiers qui y étoient montés d'abord pour eſſayer d'y porter quelque ſecours en deſcendirent bientôt, chaſſés par la violence du feu; mais trois d'entr'eux à qui les flammes coupèrent chémin furent forcés de reſter ſur le bord du toît embraſé, l'un d'eux déja âgé atteint par la flamme tombe dedans, ſes deux camarades le relèvent à moitié brûlé & incapable de ſe ſoutenir, ils le tranſportent avec une adreſſe & une audace inouie le long du mur de face, en marchant ſur des tuiles briſées & brûlantes au riſque de ſe précipiter, ou dans une cour au-deſſus de laquelle ils étoient élevés de près de quarante pieds, ou dans un épouvantable braſier; parvenus à l'angle du bâtiment, le plus difficile reſte à faire, il faut deſcendre avec ce triſte fardeau, la flamme les preſſe, il n'y a pas un inſtant à perdre, on leur tend deux perches d'une maiſon voiſine, ils en font une eſpèce de pont & le paſſent hardiment, en emportant leur camarade aux yeux d'une multitude qui les admire en frémiſſant.

Cette belle action, qui fut rapportée dans l'Aſſemblée générale de la Société, y excita la plus vive émotion, & ceux qui l'avoient faite, y reçurent la récompenſe flatteuſe & bien méritée de leur humanité & de leur courage.

Heureuſe la Nation qui déja diſtinguée par des actes pareils de dévouement, s'honore encore davantage en ſachant leur conférer le ſeul prix digne d'eux, les témoignages éclatans d'une approbation publique.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

Sur les divers objets traités dans les Mémoires de cette ſeconde partie.

LA meſure du Tems eſt peut-être un des plus beaux chef-d'œuvre, de l'invention humaine; ce torrent des ſiècles que rien n'arrête, qui entraîne & engloutit tout dans ſa marche uniforme & irréſiſtible, dans lequel l'homme nage un moment, puis diſparoît; ce même homme a ſu le ſoumettre au calcul, & ſaiſir dans un des modes de la matière la meſure unique que lui offroit la Nature. Meſure du Tems par le mouvement.

Le Tems, a-t-on dit, ne tombe point ſous les ſens; la ſucceſſion de nos idées en fait ſeule naître la notion, & cette ſucceſſion n'eſt pas ſuſceptible de meſure; mais le *Mouvement* s'exécute ſous nos yeux, il s'exécute dans le Tems & en eſt inſéparable; uniſſons intimement & à jamais ces deux marches, attachons au fugitif ſubtil & inviſible une chaîne qu'il dévidera en s'enfuyant & dont nous compterons les anneaux, cherchons un mouvement uniforme comme le Tems, ils s'écouleront enſemble, & la meſure de ce mouvement ſera celle du Tems lui-même.

Les révolutions des Corps céleſtes, ſi uniforme en apparence, ont dû ſans doute fournir la première meſure; le ſoleil nous a donné les jours & les années; une ſubdiviſion arbitraire a introduit les heures, les minutes & les ſecondes; la Méchanique a exécuté & rendu ſenſibles ces diviſions, & c'eſt ici le triomphe de l'art; les machines perfectionnées ont trouvé, pour ainſi dire, la nature en défaut, elles ont montré que la marche des corps céleſtes Meſures naturelles.

n'étoit pas rigoureuſement uniforme, & que, de tous leurs mouvemens, celui de la terre ſur ſon axe, rapporté, non au ſoleil mais aux étoiles fixes, poſſédoit ſeul ce caractère précieux d'uniformité : on l'a donc choiſi pour terme commun de comparaiſon, l'aſtronomie en a fait ſon unité, ſa meſure univerſelle, & après s'être ainſi aſſervi le Tems par le mouvement, elle a ſu faire du Tems lui-même un inſtrument pour meſurer l'eſpace, & plongeant à l'aide du calcul dans ces deux infinis qui embraſſent tout ce qui exiſte, elle a produit ces réſultats qui effraient l'imagination, mais dont l'eſprit s'enorgueillit.

Le fameux Problême des longitudes, à la ſolution duquel tant de Nations ſont intéreſſées, tient encore uniquement à la meſure du Tems, & achève de faire ſentir tout le prix & l'importance d'un moyen méchanique de le meſurer.

Meſure artificielle. Les propriétés eſſentielles d'un tel méchaniſme ſeront un mouvement continu, & une marche uniforme; la nature offroit deux principes de mouvement, la peſanteur & la force de reſſort, l'un ſenſiblement uniforme, l'autre variable, mais dont on a ſu égaliſer l'action par un moyen très-ſimple; on a cherché à employer dans une machine l'un ou l'autre de ces deux principes, & en augmentant la vîteſſe aux dépens de la maſſe, on a produit des mouvemens ſenſibles & rapides par des cauſes qui agiſſent aſſez lentement, & dont on peut facilement renouveller l'action lorſqu'elle approche d'être épuiſée; il reſtoit à rendre ces mouvemens uniformes, on a encore à cet égard approché d'aſſez près de la perfection, & voilà les Horloges. (1)

Compoſition de l'Horloge. Toute machine à meſurer le Tems renferme quatre parties bien diſtinctes.

(1) Ce mot ſe prend ici, & preſque par-tout où il eſt employé ci-après, dans l'acception la plus générale, & déſigne une machine quelconque ſervant à meſurer le Tems.

1°. La force motrice, qui eſt un poid ou un reſſort. La force motrice.

2°. L'aſſemblage des roues & des pignons qui forme le corps de l'Horloge, & qu'on peut regarder comme une ſuite de leviers deſtinés à tranſmettre la force motrice au travers de la machine, en augmentant la vîteſſe à volonté. Les engrenages.

3° Le Régulateur, qui eſt une pièce indépendante de l'Horloge; cette pièce doit avoir en elle-même un principe uniforme de mouvement aſſez puiſſant pour forcer la machine en réagiſſant ſur elle à marcher uniformément, & de telle nature que ce mouvement une fois commencé, n'ait beſoin que d'une très-petite addition que lui fournit la machine, pour ſuppléer à ce que les frottemens lui font perdre, & continuer ſans ceſſe ſon action : le pendule qu'on adapte aux Horloges, & le balancier, qui joint au reſſort ſpiral ſert de régulateur aux montres, rempliſſent ces conditions. Le Régulateur.

4°. Enfin, c'eſt au moyen de l'Echappement que la machine & ſon Régulateur communiquent enſemble & réagiſſent mutuellement; c'eſt par l'Echappement que la force motrice, parvenue à la dernière roue de la machine, vient ſe perdre inſenſiblement &, pour ainſi dire, goutte à goutte contre le Régulateur dont elle entretient les oſcillations, tandis que le Régulateur emploie ſa puiſſance & l'uniformité naturelle de mouvement que nous lui avons ſuppoſée, à modérer & rendre uniformes ceux de toute la machine. L'Echappement.

On voit donc que la bonté de l'Horloge tient en très-grande partie à celle de l'Echappement, que ce mécaniſme ſera d'autant plus parfait qu'il tranſmettra plus complettement l'action réciproque des deux forces, & que ſi, par des frottemens inévitables, il en abſorbe néceſſairement une petite partie, on doit faire en ſorte que cette quantité abſorbée ſoit la moindre poſſible & conſtamment la même. Importance de l'Echappement.

Les Echappemens qu'on a inventés en aſſez grand

On les réduit à deux eſpèces.

nombre, peuvent ſe réduire à deux eſpèces, ils ſont ou à *recul* ou à *repos;* dans ces derniers la force motrice eſt ſuſpendue & ſe repoſe, pour ainſi dire, par intervalles pendant une partie de la durée de l'action du régulateur;

A repos.

A recul.

dans les échappemens à *recul* la machine eſt toujours en mouvement, la force motrice & celle du régulateur ſe ſurmontent tour-à-tour, & s'impriment alternativement des mouvemens progreſſifs & retrogrades, les vibrations qui réſultent de ces mouvemens s'exécutent, dans de petits intervalles de tems, & c'eſt dans l'égalité de ces intervalles que gît l'uniformité du mouvement & la perfection de la meſure.

Remarquons en paſſant que le corps humain, la plus belle ſans doute des machines, a auſſi ſon échappement & ſes pulſations, dont la régularité plus ou moins grande annonce l'état plus ou moins parfait de la machine, & que, par un haſard ſingulier, l'analogie ſe ſoutient juſque dans la durée abſolue de chacune de ces pulſations, qui eſt à peu près la même dans la pendule à ſecondes, & dans le corps humain.

Echappement à roue de rencontre.

Entre les échappemens à recul, le plus généralement employé, ſur-tout dans les montres, eſt celui qu'on appelle à *roue de rencontre;* ici la dernière roue de la machine a ſon plan perpendiculaire à ceux de toutes les autres roues, & l'axe du régulateur ſe préſente contre elle armé de deux palettes que les dents de la roue rencontrent & pouſſent alternativement en ſens contraire, ce qui produit les vibrations qu'on voit faire au balancier.

Ses défauts.

Les défauts naturels de cet échappement ſont ſenſibles, on voit combien il doit y avoir de force perdue, & combien le double frottement, qui a lieu dans le jeu des pièces, doit les uſer & rendre leur marche irrégulière; mais ces défauts ſont compenſés en partie par la facilité de ſon exécution, ce qui le fait admettre dans la plupart des montres, & en général dans ceux des ouvrages d'horlogerie

dans leſquels on ne demande pas une bien grande préciſion.

Cet échappement, plus connu que les autres, a été auſſi mieux analyſé; mais la théorie des échappemens à repos eſt preſque abſolument neuve & méritoit qu'un auteur, capable de la traiter à fond, voulût bien s'en occuper; elle fait l'objet du premier des Mémoires que renferme cette collection; ſon auteur M. CALLET, Profeſſeur de Mathématiques à Paris, l'adreſſa à la Société en réponſe à la queſtion indéterminée propoſée dans ſon Programme de l'année 1777: on lui décerna la moitié du prix, en regrettant d'avoir tellement circonſcrit la nature des pièces de concours qu'on ne pût l'accorder en entier.

Court expoſé du Mémoire ſur les Echappemens.

L'Auteur, après avoir expoſé dès l'entrée les conditions néceſſaires à la perfection d'un échappement, paſſe à une ſuite de Problêmes de géométrie qui roulent preſque tous ſur le mouvement des corps, ſollicités par deux forces ſuivant une certaine loi & dans certaines directions; il s'eſt livré dans cette partie à quelques digreſſions qui, ſans avoir un rapport immédiat avec le ſujet, ſont cependant intéreſſantes pour des géomètres.

Il conſidère enſuite les échappemens en général, & après avoir poſé pour principe que tout échappement eſt le réſultat d'un mouvement de rotation combiné avec un mouvement de vibration, il conſidère d'une manière tout-à-fait neuve les courbes réſultantes de la combinaiſon de ces deux mouvemens, & retrouve ces courbes dans les ſolutions de ſes Problêmes géométriques.

Parmi les échappemens à repos, celui dit à *cylindre*, l'échappement à *virgules* ou à *chevilles* & l'échappement à *ancre* ſont regardés comme les meilleurs ou du moins comme étant le plus ſuſceptibles de préciſion dans leur effet; l'Auteur s'en occupe ſucceſſivement, & après les avoir décrits & analyſé leur jeu de la manière la plus claire & de façon à en faire ſaiſir le méchaniſme aux Lecteurs les

moins verſés dans ces matières, il propoſe pour chacun d'eux des améliorations plus ou moins praticables.

Il détermine les courbures qu'il faudroit donner aux pièces frottantes dans ces divers échappemens pour que l'action fût uniforme, & s'attachant en particulier à l'échappement à *virgules* qu'il perfectionne très-ſenſiblement, il fait voir d'une manière frappante ſa ſupériorité ſur celui à *cylindre;* le frottement ſur le repos eſt conſidérable dans ce dernier, & agit ſur des bras de levier, non-ſeulement aſſez longs, mais inégaux; le contraire a lieu préciſément dans l'échappement à *virgules;* le frottement y eſt uniforme & très-petit, mais ces avantages ſont bien diminués par l'extrême difficulté qu'on éprouve à le conſtruire.

L'auteur termine ſon ouvrage par la deſcription d'un nouvel échappement à *ancre*, dans lequel il a ſu corriger d'une manière ingénieuſe, & rendre preſque nul le frottement conſidérable que cet échappement produit ſur le repos lorſqu'il eſt conſtruit de la manière ordinaire.

Les artiſtes qui liront ce Mémoire ne l'entendront pas tous dans ſon entier, mais tous en tireront du fruit; c'eſt déja un grand pas vers la perfection que la connoiſſance des obſtacles qui s'y oppoſent, & ils auroient à cet égard ſeul à gagner dans cette lecture; mais il y a plus, l'application d'une théorie abſtraite & rigoureuſe aux ouvrages de l'art eſt toute entière à ſon avantage, elle mène droit au but en épargnant des tâtonnemens inutiles, l'entendement ſaiſit alors l'idée de la perfection, il en entrevoit la route, & les organes en s'efforçant de lui obéir, s'aiguiſent, s'aſſoupliſſent & parviennent enfin à cette exécution ſûre & rapide qui conſtitue l'habile ouvrier & produit les chefs-d'œuvres.

Imperfection de la matière, nuiſible aux progrès de l'art.

Mais en vain un Artiſte acquerra-t-il ce haut degré d'habileté dans l'exécution, s'il n'a entre les mains qu'une matière ingrate & rebelle qui expoſe au haſard la réuſſite de ſon travail; un Horloger adroit & expéditif met trois

jours

jours à conſtruire une roue de cylindre, incertain juſqu'au bout ſi elle ſortira de ſes mains ſans accident; & quand le Laiton qu'il a choiſi n'eſt pas parfaitement doux & homogène, il eſt aſſez probable qu'une dent pourra ſe caſſer vers la fin du travail, & cauſer à l'Ouvrier, outre une perte de tems conſidérable, un dépit & un découragement très-ſenſibles.

Compoſition du Laiton.

Le Laiton eſt un alliage réſultant d'un mêlange de deux parties de *Cuivre*, contre une, ou environ, d'un demi-métal qu'on appelle *Zinc;* c'eſt le moins aigre & le moins caſſant des demi-métaux, il eſt d'une couleur bleuâtre, & ſe fond aſſez facilement.

Ce demi-métal, allié au cuivre, change en un jaune brillant la couleur rougeâtre de ce dernier; & lui donne le degré de dureté, de conſiſtence, d'élaſticité, & de ſéchereſſe ſous la lime, qui le rend propre à un nombre d'ouvrages, auxquels le cuivre pur ne ſe prêteroit que bien difficilement.

Le Laiton, tel qu'il ſort de la fonte, eſt trop tendre & trop poreux pour être employé aux pièces délicates; on le recuit, & on le forge à froid, pour le rendre plus tenace & plus ſerré: mais s'il ſe trouve naturellement aigre, il ne peut ſupporter cette opération ſans trahir ſa mauvaiſe qualité, en ſe gerçant & s'éclatant ſous le marteau.

Laiton de chaudière.

Le Laiton appellé dans le commerce *Laiton de chaudière*, ſans doute parce que le cuivre qui le compoſe eſt tiré de vieilles chaudières, eſt le ſeul qui réuniſſe les qualités néceſſaires pour qu'on puiſſe le travailler preſque à coup ſûr; mais outre qu'il eſt d'un prix très-ſupérieur à l'autre, il commence à devenir fort rare, parce qu'on emploie à préſent, preſque par-tout, dans les travaux en grand, des chaudières de fer à la place de celles de cuivre.

Queſtion ſur le Laiton.

La Société, ſentant combien il étoit important de chercher à ſuppléer à cette ſource qui menace de tarir, propoſa en 1776, & renouvella en 1777, une queſtion ſur la manière de perfectionner le Laiton, & de remplacer le *Cuivre jaune de chaudière.*

Entre les Mémoires qu'elle reçut en réponſe à cette queſtion, un ſeul lui parut y avoir ſatisfait, mais ſeulement en partie, & on lui décerna en conſéquence la moitié du prix; ſon Auteur eſt Mr. P. A. CHAMBRIER, maître Orfévre à Genève.

Court expoſé du Mémoire ſur cette matière.

Il cherche d'abord à prouver, par expérience, que la préférence qu'on donne aux vieux vaiſſeaux de cuivre pour faire du bon Laiton n'eſt pas due à l'uſage qu'on peut avoir fait de ces vaiſſeaux, mais à leur compoſition primitive; & en conclut que la ſeule pureté des métaux qu'on emploie, & ſur-tout du zinc, peut fournir un alliage parfait.

L'Auteur fait enſuite l'analyſe de divers Laitons, depuis le meilleur au plus mauvais, pour trouver les rapports des quantités de cuivre & de zinc qui les compoſent; & trouve, comme il étoit naturel de le préſumer, que le Laiton eſt d'autant plus aigre & caſſant que le Zinc y domine davantage: il donne enſuite le détail du procédé qu'il a ſuivi dans la compoſition du Laiton dont il a joint les échantillons à ſon Mémoire.

Il emploie pour cet effet indifféremment deux eſpèces de cuivre, qui lui réuſſiſſent également bien, & ſont cependant d'un prix aſſez différent; il fait fondre ce cuivre avec quelques matières phlogiſtiques, & le jette, lorſqu'il eſt en fuſion, dans un baquet d'eau où le cuivre ſe met en grenaille; paſſant enſuite au zinc, il le purifie par le procédé indiqué dans la Docimaſie de Cramer, & le jette en grenailles comme le cuivre; puis il prend quatre marcs de cuivre & deux de zinc préparés comme ci-deſſus, les place dans un creuſet par lits alternatifs, ſéparés par une poudre dont il donne la compoſition, ferme le creuſet lorſqu'il eſt plein, & procède à la fonte; il agite la matière quand elle eſt en fuſion, & la coule dans un moule bien chaud; la matière refroidie ſe coupe par morceaux & ſe fond de nouveau, avec une certaine quantité de la poudre

indiquée ; on la jette enſuite dans des moules, d'où elle ſort telle que l'auteur l'a donnée.

Les épreuves qu'on a faites ſur ſes échantillons ont montré que ce Laiton, ſans être parfait, paroiſſoit cependant meilleur que celui qu'on trouve communément dans le commerce ; on a répété les procédés de l'auteur, & obtenu du Laiton paſſable, mais encore bien inférieur au Laiton de chaudière ; la Commiſſion nommée pour ces épreuves a pouſſé plus loin ſes recherches ſur le même ſujet, & a lieu d'eſpérer qu'elles ne ſeront pas infructueuſes.

L'ordre des Mémoires couronnés nous conduit naturellement à parler de l'*Eſſai ſur les Prés*, qui a remporté la moitié du prix, ſur la queſtion d'Agriculture propoſée en 1777, ſavoir, *quelle eſt la meilleure méthode d'établir & d'entretenir les Prés naturels & artificiels, rélativement aux diverſes plantes qui les compoſent, & de détruire les plantes, inſectes, & autres animaux qui leur ſont nuiſibles?* L'Auteur de ce Mémoire ne s'eſt point fait connoître, & a conſacré la valeur de ſon prix à en propoſer un, dont il a laiſſé le ſujet au choix de la Société. Queſtion d'Agriculture.

La récolte du bled, bien plus précieuſe ſans doute que celle des fourrages, eſt cependant une de celles qu'il nous importe le moins d'encourager chez nous ; cette propoſition paroîtra ſans doute fort étrange à ceux qui ignorent que la petiteſſe du territoire de la République, l'ingratitude du ſol & l'extrême population de la ville nous forcent à tirer de l'étranger preſque toutes nos denrées de première néceſſité. La récolte du bled eſt moins importante chez nous que celle des fourrages.

Par un établiſſement, auſſi heureuſement conçu que ſagement adminiſtré, l'on remplit dans les tems d'abondance des magaſins, qui peuvent contenir une proviſion de bled ſuffiſante pour nourrir la ville pendant deux ans ; ce bled ſe tire de très loin, pour que les achats conſidérables qu'on en fait n'influent point ſur le prix de celui que nos voiſins nous fourniſſent, & qui ſuffit à la conſomma- Pourquoi.

tion des particuliers qui font leur pain chez eux ; les boulangers, & ceux qui tiennent auberge ou penſion, ſont tenus à prendre leur bled dans les magaſins publics, à un prix moyen ; ce prix dans les tems d'abondance eſt au-deſſus du prix courant, & au-deſſous dans les tems de diſette ; ce qui, joint à l'attention qu'a le Gouvernement de faire vendre au marché, dans les tems de cherté, du bled tiré des magaſins publics, à un prix fort au-deſſous de ſa valeur du moment, empêche que cette denrée ne monte à un prix exceſſif ; une circulation continuelle prévient dans les greniers les mauvais effets de l'entaſſement, & le prix du pain ne pouvant être changé que par ordre du Gouvernement, on n'eſt point expoſé aux variations que le monopole ou une terreur panique pourroient occaſionner.

Mais il n'en eſt pas ainſi des fourrages ; la nature de cette récolte & ſon volume font qu'elle n'eſt guère tranſportable, & doit ſe conſommer, pour ainſi dire, ſur la place ; elle devient dès-lors ſujette à des variations de prix ſurprenantes, dont cette année même a offert l'exemple ; & quelque haut que ſoit le prix actuel de cette denrée, il le ſeroit bien plus encore ſans l'établiſſement des prairies artificielles.

Cette méthode de culture, plus néceſſaire chez nous que par-tout ailleurs, à raiſon du peu de fertilité du ſol, n'y eſt cependant connue & en vigueur que depuis un petit nombre d'années ; la Société a cherché à l'encourager & à l'étendre, en en faiſant un des objets de la queſtion propoſée.

Court expoſé de l'Eſſai ſur les Prés.

L'Auteur du Mémoire, après avoir expoſé dès l'entrée ce qu'il entend par Prés *naturels* & *artificiels*, diviſe ſon ouvrage en deux parties ; dans la première, il traite de la manière d'établir les Prés en général, & dans la ſeconde il indique les procédés néceſſaires pour les entretenir.

Les plantes employées aux prés artificiels ſont en petit nombre & ſe rangent ſous deux claſſes, les *graminées* &

les *papilionacées*; ces dernières donnent beaucoup de fourrage, mais exigent auſſi plus de ſoins; les *graminées* donnent par contre un foin meilleur, & conſervent toutes leurs feuilles en ſéchant; l'Auteur diſtingue & déſigne quatre eſpèces de *gramens* cultivés, & trois ſeulement de plantes *papilionacées*, ſavoir la *Luzerne*, le *Trefle*, & l'*Eſparcette* ou *Sainfoin;* il en indique d'autres comme pouvant être cultivées avec ſuccès.

De la deſcription des plantes, l'Auteur paſſe à l'établiſſement des Prés, & il exige d'abord que, ſi le ſol ſe trouve être déja un pré ou une terre en friche, on commence par en faire un champ pour deux ou trois ans, & c'eſt l'uſage de tous les bons Agriculteurs.

Quant au tems où l'on doit ſemer les graines, il donne pour règle que *toutes les plantes des prairies artificielles, la Luzerne exceptée, doivent être ſemées en Automne & ſans mélange d'autres graines, comme bled, avoine, &c. excepté, pour ce dernier cas, le Tréfle ſeul;* cette règle eſt juſtifiée dans tous ſes points par les raiſonnemens de l'Auteur.

Il entre enſuite dans les détails de la culture néceſſaire aux terres qu'on convertit en praires artificielles, rélative aux trois plantes dont on les compoſe ordinairement; puis il traite de chacune de ces plantes en particulier, & termine ainſi la première partie de ſon Mémoire.

Dans la ſeconde, qui roule ſur l'entretien des Prés, l'Auteur donne une nomenclature des plantes bonnes & mauvaiſes qu'on trouve pour l'ordinaire dans nos prairies, & indique les moyens d'extirper ces dernières; quant aux inſectes & autres animaux nuiſibles, il eſt très-difficile de s'en débarraſſer tout-à-fait; l'Auteur a cependant réuſſi à cet égard juſqu'à un certain point par les procédés qu'il indique.

Les arroſemens, les engrais, la manière de recueillir le foin l'occupent ſucceſſivement, & il termine ſon ouvrage par l'expoſé d'une méthode très-ſimple de renou-

veller les Prés naturels. Nous renvoyons pour tous les détails au Mémoire lui-même, qui ſera lu avec plaiſir par les Agriculteurs; & nous paſſons à l'eſſai ſur les engrenages, préſenté à la SOCIÉTÉ par M. *L. B. Preud'homme*, Artiſte diſtingué de notre ville.

Notions préliminaires ſur les Engrenages.

Nous avons dit, en parlant de l'horloge en général, que c'étoit au moyen des engrenages que la force motrice ſe tranſmettoit de roue en roue au travers de la machine; il y a une diſtinction à faire entre ces roues, les unes *mènent*, les autres ſont *menées;* les premières donnent l'impulſion qu'elles ont reçue de la force motrice, les autres la reçoivent; la communication de ce mouvement ſe fait au moyen des dents dont ces roues ſont armées, & c'eſt dans la pénétration mutuelle, & l'action réciproque de ces dents, que conſiſte ce qu'on appelle l'engrenage.

Les mobiles qui mènent s'appellent *roues* en horlogerie, & les mobiles menés ſe nomment *pignons* (2); les dents des pignons portent le nom *d'ailes*, & les pignons eux-mêmes ne ſont autre choſe que de petites roues d'acier, qui, faiſant un certain nombre de révolutions pour une de la roue qui les fait mouvoir, rendent le mouvement de plus en plus rapide, à meſure que les mobiles s'éloignent de la force motrice.

Importance des Engrenages.

On comprend aiſément que cette communication de mouvement doit s'exécuter de la manière la plus uniforme poſſible, ſans quoi la quantité de force motrice qui arrive à l'échappement & de là au régulateur ſeroit ſujette à des variations, qui nuiroient eſſentiellement à la régularité de la marche.

On voit encore que ſi la roue emploie à conduire le pignon plus de force qu'il n'en faut, ce ſurplus ſera en pure perte, & ne ſervira qu'à rendre les frottemens plus rudes & accélérer la deſtruction de la machine.

(2) Les cas aſſez rares où le pignon mène la roue, n'empêchent pas, qu'en général la définition ne ſoit juſte, pour ce qui concerne l'horlogerie.

Ces conſidérations, & d'autres que nous paſſons ſous ſilence, font des engrenages une des branches difficiles de l'art de l'horlogerie; & ſi on réfléchit encore que toutes les machines à roues dentées qui ſervent à multiplier les forces, & qu'on emploie aux uſages les plus ordinaires de la vie civile, n'agiſſent que par engrenages, on ſe formera une idée de l'importance de cette matière, & on ne s'étonnera point que les Géomètres l'aient trouvée digne de leurs ſpéculations.

Ils ont déterminé la figure que devoient avoir les dents des roues, pour produire dans tous les cas cette uniformité dans la *menée*, qui eſt une des premières conditions d'un bon engrenage; cette figure eſt celle d'une ligne courbe nommée *Epicycloïde*, facile à décrire en grand, mais qui, tranſportée ſur une des faces de la dent d'une roue de montre, eſt bien difficile à diſtinguer d'un arc de cercle.

Les Artiſtes, de leur côté, en cherchant à profiter des recherches des Géomètres, ont fait une étude particulière des engrenages; ils ont cherché à ſubſtituer l'action ſûre & égale des machines à celle de la main, par-tout où l'irrégularité naturelle de celle-ci auroit été de quelque conſéquence dans l'exécution; & par une foule d'obſervations de pratique délicates & ſubtiles, ils ont enfin amené cette branche de l'Art à un point de perfection aſſez éminent.

Parmi ceux qui méritent à cet égard la reconnoiſſance du Public, l'Auteur de l'Eſſai ſur les engrenages que nous annonçons, tient ſans doute une des premières places. Nous ſupprimons les détails rélatifs à cet ouvrage, on les trouvera dans le Rapport imprimé à la ſuite du Mémoire: nous exhortons les Lecteurs de tout ordre à lire ce Rapport, & les Artiſtes à étudier avec réflexion l'ouvrage lui-même; il eſt le fruit d'une expérience longue & raiſonnée, & les inſtrumens nouveaux que l'Auteur y décrit, & par leſquels il facilite, non-ſeulement la pratique des engrenages, mais un nombre d'opérations rélatives à la conſ-

truction des montres, ſont de nature à être accueillis avec empreſſement.

Machine à ſéparer l'Or & l'Argent des ſcories.

L'ordre des Mémoires nous amène à une invention qui a déja réuni les ſuffrages de tous les Artiſtes appellés à s'en ſervir, & qui a paru digne de l'attention & de la reconnoiſſance de la Société; nous voulons parler de la machine deſtinée à ſéparer l'Or & l'Argent des terres & ſcories, par le moyen de la trituration & de l'amalgame. M. le Baron DE CHASTEL, inventeur de cette machine, a bien voulu, à la requiſition de la Société, en donner la deſcription & le deſſin pour être inſérés dans ſes Mémoires.

On travaille à Genève une quantité conſidérable de matières d'Or & d'Argent; & par la nature de ce travail, les atteliers où il s'exécute ſe rempliſſent peu à peu de fragmens de ces matières précieuſes, qui, mêlées avec les balayures, ou enſevelies dans les pores des creuſets & les cendres des laboratoires, ne peuvent en être ſéparées que par une trituration, ſuivie d'un lavage & d'un amalgame avec le Mercure; opérations qui conſumoient beaucoup de tems, & ne réuſſiſſoient jamais aſſez parfaitement pour dégager toutes les parties métalliques.

M. le Baron DE CHASTEL a trouvé le moyen de faire exécuter ces trois manipulations à une ſeule & même machine que l'eau fait mouvoir; les ouvriers n'y emploient qu'un huitième du tems qu'il leur falloit dans l'ancienne méthode, & les parties métalliques ſe ſéparent beaucoup mieux.

On trouve dans le même emplacement & à côté de la machine, un fourneau dans lequel ſe fait la ſéparation du Mercure de l'amalgame, d'avec l'Or ou l'Argent qui en fait la baſe; de façon que l'opération entière ſe pratiquant dans le même lieu, un ouvrier qui arrive le matin avec ſes balayures & ſes ſcories s'en retourne le ſoir avec un culot d'Or, ſans avoir pris preſque aucune peine.

Une ville comme la nôtre a ſur-tout beſoin de machines en

en ce genre, & on ne peut qu'applaudir aux travaux de ſes Citoyens qui cherchent à en inventer de nouvelles, ou à perfectionner celles qui exiſtoient déja : & rien ne prouve mieux l'utilité de cet établiſſement que la diligence avec laquelle on a conſtruit dans la ville de pareilles machines, quoiqu'aſſez diſpendieuſes.

Les deux ouvrages qui terminent la collection commencent une ſuite, dont on trouvera la continuation dans les Mémoires de la Société, à meſure qu'ils paroîtront, & que le tems pourra rendre très-intéreſſante. L'un de ces Mémoires offre des Tables raiſonnées de la mortalité, tirées des extraits mortuaires de Genève; & on trouve dans l'autre les réſultats d'obſervations météorologiques, faites avec ſoin. La ſociété a chargé de ces objets deux Membres de ſes Comités, & on peut mettre encore les réſultats de leur travail au nombre des projets utiles qu'elle a encouragés & réaliſés.

Extrait mortuaire de Genève.

Monſieur L. Odier, rédacteur du premier de ces deux Mémoires, y préſente au public le rôle des morts pour les années 1778 & 1779, ſous deux points de vue différens; rélativement à l'âge, au ſexe, & au genre de mort.

La première de ces combinaiſons donne lieu à des remarques aſſez ſingulières : il en réſulte d'abord que la probabilité de vie des femmes eſt plus grande que celle des hommes, même avant la naiſſance; enſuite, quoique la vie moyenne ſoit peut-être plus longue ici qu'ailleurs, on y trouve moins d'exemples de vieilleſſes prolongées au-delà des bornes ordinaires; enfin la proportion entre les femmes mariées & les célibataires eſt environ comme 11 à 3; il eſt ſans doute peu de pays où le mariage ſoit plus en honneur.

L'Auteur donne, dans la ſeconde Table, un rôle des morts dans les différens mois de l'année; cette Table continuée pendant un long tems fera connoître quelles ſont les ſaiſons les plus meurtrières, & ſera intéreſſante à comparer avec les Tables météorologiques.

Dans la troiſième les morts ſont rangés ſuivant les maladies ; l'on y voit que les plus meurtrières à Genève ſont celles de langueur provenant de quelque ſuppuration intérieure, l'hydropiſie, l'apoplexie & les fièvres bilieuſes & malignes ; quant aux Epidémies, la petite vérole eſt la ſeule qui ſoit dangereuſe juſqu'à un certain point. L'Auteur entre dans tous les détails néceſſaires à l'intelligence des Tables, & termine ſon ouvrage par un rôle des maladies épidémiques dans les différens mois de l'année ; ce rôle lui fournit encore des remarques utiles.

Tables Météorologiques.

L'Auteur du Mémoire ſur la Météorologie, ayant été chargé de rédiger le préſent Ecrit, on lui permettra de ne pas s'arrêter long-tems ſur l'extrait de ſon propre ouvrage. Ceux qui voudront le parcourir y trouveront des conſidérations ſur l'utilité des Obſervations Météorologiques en général, ſuivies d'une deſcription des inſtrumens qu'il emploie, & de la manière dont il fait les obſervations.

L'Auteur, s'attachant particuliérement à la marche du Baromètre, a cherché à la dégager, par toutes les corrections dont elle étoit ſuſceptible, des influences étrangères au poids de l'air ; puis, ſéparant les obſervations faites le matin, vers midi & le ſoir, il en a conclu des moyennes pour chaque mois, & ces moyennes forment la première des deux Tables qui accompagnent le Mémoire.

On trouve dans cette même Table une colomne qui indique, par une combinaiſon nouvelle, la plus ou moins grande variabilité de l'Athmoſphère dans les diverſes ſaiſons de l'année. La ſeconde Table renferme les variations extrêmes du Baromètre pour chaque mois.

Le Mémoire eſt terminé par des remarques générales ſur la Température de l'année 1778 ; & on y a joint une figure qui repréſente, par une ligne courbe, & d'une manière également commode & exacte, la marche du Baromètre pendant toute l'année.

MEMOIRE

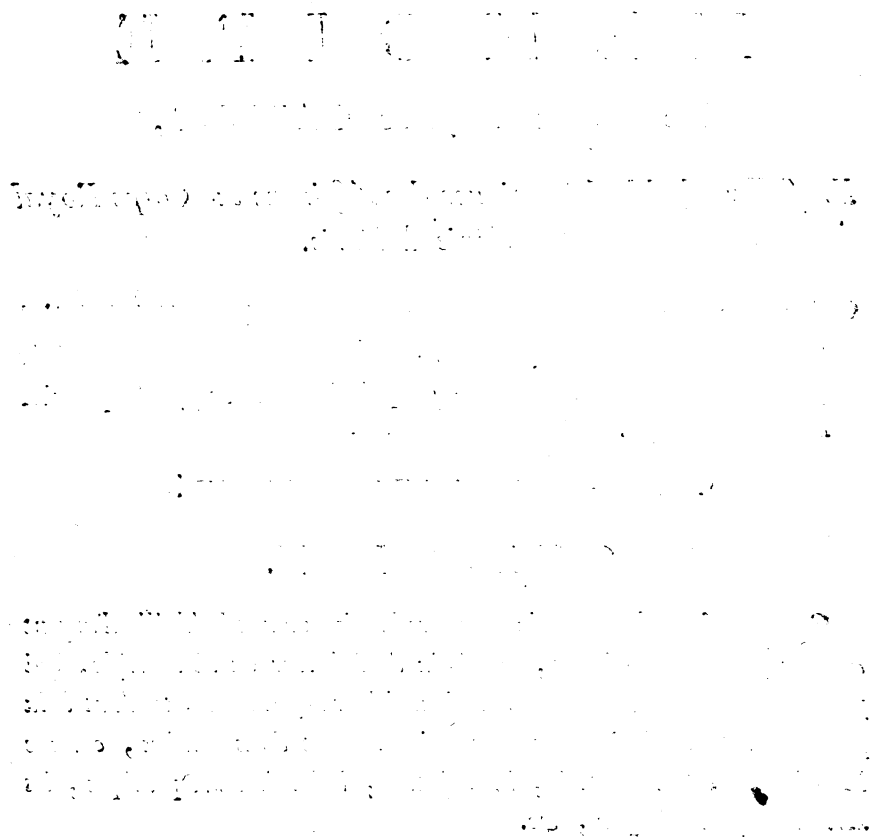
De M. François CALLET,

Professeur de Mathématiques des Aspirans au Corps Royal du Génie à Paris.

Qui a remporté la moitié du Prix proposé par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts, sur la question indéterminée proposée dans ses Programmes du premier Juillet 1776 & premier Décembre 1777.

QUESTION.

On propose un Prix de vingt-quatre Louis, ou une Médaille d'argent avec le surplus en espèces, au choix de l'Auteur ou de l'Artiste, qui produira le meilleur Mémoire, ou le meilleur Instrument, tendant à la perfection de quelqu'un des Arts qui s'exercent dans Genève, comme l'Horlogerie, la Bijouterie, la Teinture, l'Architecture pratique, les Arts rélatifs au Dessin, &c.



ESSAI

SUR LES ÉCHAPPEMENS.

Dieu dit au mouvement, du tems ſois la meſure.
T. O. S. L. T.

1. DE toutes les piéces qui entrent dans la conſtruction d'une horloge, celles qui compoſent le méchaniſme que les Artiſtes appellent *échappement* ſont ſans contredit les plus délicates & les plus ſuſceptibles de ſoins & de préciſion.

C'eſt par ce méchaniſme que la dernière roue de la machine tranſmet le mouvement au Régulateur qui en modère la vîteſſe à ſon tour, ſoit en réagiſſant ſur elle, ſoit en ſuſpendant ſon mouvement.

2. S'IL exiſte quelque différence ſenſible entre les impulſions que reçoit le Régulateur, les amplitudes de ſes vibrations ne ſeront pas ſenſiblement les mêmes, & par conſéquent les durées de ces mêmes vibrations varieront ſenſiblement; à moins que ce Régulateur ne ſoit un pendule qui décrit de très-petits arcs.

3. SI lorſque le Régulateur réagit ſur la dernière roue, les impulſions que celle-ci reçoit en ſens contraire éprouvent quelque variation ſenſible, la quantité de mouvement que perd le Régulateur en vertu de chaque réaction, & par conſéquent celle qui lui reſte ne ſera pas conſtamment la même; ce qui troublera ſon iſochroniſme.

4. SI la réaction qu'éprouve la dernière roue de la part du Régulateur eſt trop conſidérable par rapport à l'action qu'elle exerce ſur

lui, il y aura une trop grande quantité de mouvement en pure perte, qui ne tendra qu'à la deſtruction de la machine.

5. Si le frottement ou les autres cauſes qui produiſent la ſuſpenſion du mouvement de la dernière roue, diffèrent trop ſenſiblement, les vibrations du Régulateur ne ſeront point ſenſiblement iſochrones.

6. Enfin ſi ces mêmes cauſes altèrent trop ſenſiblement le mouvement du Régulateur, la machine ſera ſujette à s'arrêter.

On pourroit faire bien d'autres obſervations non moins utiles que les précédentes; mais celles-ci ſuffiſent pour faire ſentir quels ſont les principaux inconvéniens auxquels il faut obvier, & en quoi conſiſte la bonté d'un échappement.

On diſtingue en général deux ſortes d'échappemens.

7. Dans le premier qu'on nomme échappement à recul, la dernière roue, après avoir imprimé au Régulateur une certaine quantité de mouvement, en reçoit une autre à ſon tour par ce même Régulateur qui l'oblige à tourner en ſens contraire. Tels ſont l'échappement à roue de rencontre, l'ancien échappement à ancre, &c.

8. Dans le ſecond qu'on nomme échappement à repos, la dernière roue, après avoir agi ſur le Régulateur, rencontre un obſtacle qui l'arrête tout-à-coup, ſuſpend un inſtant ſon mouvement, & diſparoît enſuite pour lui laiſſer la liberté de le reprendre & d'agir de nouveau ſur le Régulateur. Tels ſont l'échappement à cylindre, l'échappement à chevilles, &c.

9. Je ne parlerai point ici des échappemens à recul; ceux qui deſirent quelques détails ſur ces ſortes d'échappemens, peuvent conſulter ce qui en a été dit dans l'Encyclopédie; on y traite particulièrement de la roue de rencontre. Ses défauts & ſes avantages y ſont diſcutés, de manière à ne laiſſer rien à deſirer ſur cette matière.

10. Je ne m'occuperai donc que des échappemens à repos. Ceux qui en ont parlé ſe ſont contentés de les décrire. Je ne connois aucun ouvrage dans lequel on ait donné, pour les conſtruire, des règles fondées ſur la théorie. Il eſt vrai que ſi l'on veut avoir égard à toutes les cauſes qui tendent à faire varier le mouvement du Régulateur, il

ſera très-difficile, ou pour mieux dire impoſſible, de donner ſur cette matière des méthodes rigoureuſes ; mais on peut faire abſtraction de la plupart de ces cauſes, afin de réduire le problême à un état de ſimplicité qui le rende ſuſceptible d'analyſe ; ſauf à conſulter enſuite l'expérience, afin de ſavoir juſqu'à quel point on doit avoir égard aux élémens qui ne ſont point entrés dans le calcul : mais, dira-t-on, puiſqu'il faut en venir aux expériences, pourquoi ne pas d'abord interroger la Nature, & donner des règles fondées ſur ſes réponſes ? Je conviens que tout ce qui nous vient d'un ſi bon maître ne peut être que précieux, que la Nature répond toujours à toutes les queſtions que nous lui faiſons ; mais que de ſoins, que de ménagemens ne devons-nous pas apporter lorſque nous la conſultons, & lorſque nous raſſemblons les faits qu'elle nous offre ! Si nous voulons que ces faits aient une certaine liaiſon, & qu'il n'y ait rien d'équivoque dans la forme ſous laquelle ils ſe préſentent, ſi nous deſirons enfin remonter de chacun des effets à la cauſe qui l'a produit, dans le cas même où chacun des faits obſervés pourroit réſulter de différentes cauſes. Nous ne devons rien attendre de la plupart de ces Praticiens bornés qui agiſſent ſans principes, qui ſuivent ſervilement le chemin qu'on leur a tracé, & auxquels une aveugle routine tient lieu de tout raiſonnement. Il eſt vrai que, dans la claſſe des Ouvriers, on en voit pluſieurs qui, ſans avoir beaucoup étudié, découvrent pourtant des principes, en déduiſent des conſéquences, & ſur ces premiers fondemens, établiſſent, ſans s'en appercevoir, une théorie plus ou moins complette de leur art. Ne ſoyons donc pas étonnés ſi de pareils Praticiens, qui ſont plus Géomêtres qu'ils ne penſent, font des découvertes plus ou moins heureuſes ; faiſons attention que chez eux la théorie & la pratique ſe prêtent mutuellement des ſecours, & convenons qu'il n'exiſte point d'art, point de ſcience qui ne ſoit appuyé ſur des principes, ſur des raiſonnemens & par conſéquent ſur une théorie.

Avant d'entrer en matière, je vais réſoudre quelques Problêmes de Géométrie. Ces Problêmes, ainſi que les Corollaires que j'en déduirai, ſeront comme autant de Lemmes auxquels j'aurai recours par la ſuite.

PROBLÊME I.

Fig. Premiere. 11. SUPPOSONS que la droite AD ſe meuve parallelement à elle-même le long de AB, & que tandis que ſon extrémité A gliſſe uniformément ſur AB, un corps placé en A parcourre la droite AD d'un mouvement uniformément accéléré, quelle eſt la courbe que décrira le corps A ?

SOLUTION.

SOIENT $AB = m$; $AD = n$; $AP = y$; $Ap = y'$; $PM = x$; $pm = x'$; déſignons par t le tems employé à parcourir AP ou PM & par t' le tems employé à parcourir Ap ou pm ; cela poſé,

Nous aurons, puiſque le mouvement le long de AB eſt uniforme, $y : y' :: t : t'$, ou $y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2$, en vertu du mouvement uniformément accéléré le long de AD, nous aurons $t^2 : t'^2 :: x : x'$, par conſéquent $y^2 : y'^2 :: x : x'$, ou $y^2 : x :: y'^2 : x' :: m^2 : n$, d'où l'on tire $y^2 = \frac{m^2}{n} \times x$ équation à la parabole. Les abciſſes de cette parabole ſont ſur la droite AD, les ordonnées paralleles à AB, & le parametre eſt une troiſieme proportionnelle à AD & à AB.

Fig. 2. 12. SI le corps placé en A étoit en outre animé au commencement du mouvement d'une vîteſſe capable de lui faire parcourir AA' dans le tems que AD parcourt AB, on formeroit ſur AA' & ſur AB un rectangle $AA'B'B$ dont on tireroit la diagonale AB' & le Problême ſe changeroit en celui-ci.

PROBLÊME II.

13. TROUVER la courbe décrite par un point A ſollicité par deux forces dont l'une lui a imprimé un mouvement capable de lui faire parcourir uniformément la droite AB' tandis que l'autre agiſſant ſans ceſſe ſur lui, tend à lui faire parcourir $A'D$ ou ſon égale AD' d'un mouvement uniformément accéléré.

SOLUTION.

Soient $AB = m$; $AD = n$; $AP = u$; $Ap = u'$; $PM = \zeta$ $pm = \zeta'$ $AA' = q$; nous aurons AD' ou $A'D = n - q$ & $AB' = \sqrt{(m^2+q^2)}$. Déſignons de plus par t & t' reſpectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm ; nous aurons comme ci-deſſus $u : u' :: t : t'$ ou bien $u^2 : u'^2 :: t^2 : t'^2$ & $t^2 : t'^2 :: \zeta : \zeta'$. Donc $u^2 : u'^2 :: \zeta : \zeta'$. Ou bien $u^2 : \zeta :: u'^2 : \zeta' :: m^2 + q^2 : n - q$. D'où nous tirons $u^2 = \frac{m^2+q^2}{n-q} \times \zeta$ équation à la parabole. Les abciſſes ſont ſur le diametre AD & les ordonnées paralleles à la tangente AB'. Le parametre de ce diametre eſt une troiſieme proportionnelle à AD' & à AB'.

Pour rapporter cette équation à l'axe, nous obſerverons que le parametre d'un diametre quelconque eſt quadruple de la diſtance de l'extrémité de ce diametre au foyer. Menons donc AF du point A au foyer F, prolongeons AB' juſqu'en T & du point F, abaiſſons la perpendiculaire FG ſur AT, nous aurons $AF = \frac{m^2+q^2}{(4n-q)}$ les triangles ſemblables $AB'A'$, AFG nous donnent cette proportion

$$AB\ (\sqrt{(m^2+q^2)} : AA'\ (q) :: AF\ \left(\frac{m^2+q^2}{4n-q}\right) : AG = \frac{q\sqrt{(m^2+q^2)}}{(4n-q)}$$

Donc $AT = \frac{q\sqrt{(m^2+q^2)}}{(2n-q)}$.

Les triangles ſemblables $AB'A'$, AQT nous donnent les deux proportions ſuivantes.

$$AB'\ (\sqrt{m^2+q^2}) : A'B'\ (m) :: AT\ \left(\frac{q\sqrt{(m^2+q^2)}}{(2n-q)}\right) : AQ = \frac{mq}{2(n-q)}$$

$$AB'\ (\sqrt{(m^2+q^2)} : AA'\ (q) :: AT\ \frac{q\sqrt{(m^2+q^2)}}{2(n-q)}\Big) : QT = \frac{q^2}{2(n-q)}$$

Donc $aQ = \frac{1}{2}QT = \frac{q^2}{4(n-q)}$. Maintenant on a la propriété fondamentale de la parabole.

$\overline{AQ}^2 = aQ \times p$ (en nommant p le parametre de l'axe) d'où l'on tire $p = \frac{\overline{AQ}^2}{aQ} = \frac{m^2q^2}{4(n-q)^2} \times \frac{4(n-q)}{q^2} = \frac{m^2}{n-q}$. Le parametre de l'axe eſt donc une troiſieme proportionnelle à AD' & à AB & l'équation à la parabole eſt en nommant y les ordonnées & x les abciſſes de l'axe, $y^2 = \frac{m^2}{n-q} \times x$.

Fig. 3. 14. Si AD aulieu d'être une ligne droite étoit un arc de courbe dont la longueur fut connue, on prendroit les abciſſes ſur cet axe & l'équation de la courbe cherchée ſeroit encore de cette forme $y^2 = px$; la courbe ne ſeroit pourtant point une parabole. Ses deux branches ne ſeroient ni égales, ni ſemblables, comme on peut s'en convaincre en jettant un coup d'œil ſur la figure troiſiéme; mais on peut très-aiſément la conſtruire à l'aide d'une parabole que j'appelle parabole auxiliaire, ainſi qu'on va le voir dans les Problêmes ſuivans.

PROBLÊME III.

15. Soit AD un arc de cercle qui ſe meut uniformément & parallelement à lui-même le long de AB ou de AB' en partant du point A, tandis qu'un corps d'abord placé en A le parcourt d'un mouvement uniformément accéléré, quelle eſt la courbe que décrit le corps A, en vertu de ce double mouvement?

SOLUTION.

Nommons r le rayon de l'arc AD; ϖ le rapport de la circonférence au diametre ou de la demi circonférence au rayon $\frac{1}{n}$ le rapport du nombre de degrés compris dans l'arc AD à 180° : $\frac{\varpi}{n}$ exprimera le rapport de l'arc AD au rayon; par conſéquent arc $AD = \frac{\varpi r}{n}$ & nous aurons en conſervant les mêmes dénominations que dans les Problêmes précédens.

$y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2 :: x : x'$ ou bien $y^2 : x :: y'^2 : x' :: m^2 : \frac{\varpi r}{n}$ d'où l'on tire $y^2 = \frac{m^2 n}{\varpi r} \times x = \frac{\overline{AB}^2}{AD} \times x$ équation de la courbe cherchée.

Pour décrire la courbe de cette équation, conſtruiſons d'abord une parabole qui ait pour parametre une troiſiéme proportionelle à l'arc AD & à AB. Soit AME (*fig.* 1.) cette parabole. Partageons la portion AD de l'axe en un grand nombre de parties, aſſez petites pour qu'étant portées ſur l'arc AD (*fig.* 3.) chacune d'elles ſe con-

fonde ſenſiblement avec le petit arc auquel elle doit ſervir de corde. Par les points P' & p' élevons les perpendiculaires $P'M$ & $p'm$, reſpectivement égales aux ordonnées correſpondantes $P'M$, $p'm$, de la parabole auxiliaire, les points M & m ainſi déterminés appartiendront à la courbe demandée.

Si l'on prolonge l'arc DA en deſſous de la droite $B'AB$ & que l'on conçoive que le mobile, aulieu de parcourir AD, ſe meuve ſuivant ſon prolongement, il en réſultera une courbe dont les deux branches ſeront reſpectivement égales à celles de la courbe $E'AE$.

PROBLÊME IV.

16. SUPPOSONS que la droite AC tourne uniformément autour du centre C, tandis qu'un corps placé ſur un point quelconque A, s'approche ou s'éloigne du centre C, en parcourant AC d'un mouvement uniformément accéléré; quelle eſt la nature de la courbe décrite par le corps A? Fig. 4.

SOLUTION.

SOIENT $AC = r$; l'arc $AP = y$; l'arc $Ap = y'$; $PM = x$ $pm = x'$; déſignons par t & t' reſpectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm; nommons ϖ le rapport de la demie circonférence au rayon; $\frac{1}{m}$ le rapport du nombre de degrés compris dans l'arc AB à 180°; faiſons enfin $BE = n$, & concluons de nos dénominations que $AB = \frac{\varpi r}{m}$. Cela poſé, en vertu du mouvement uniforme autour du point C, nous aurons $y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2$.

A cauſe du mouvement uniformément accéléré le long de AC nous trouverons $t^2 : t'^2 :: x : x'$.

Donc $y^2 : y'^2 :: x : x'$ ou bien $y^2 : x :: y'^2 : x' :: \frac{\varpi^2 r^2}{m^2} : n$, d'où nous tirons $y^2 = \frac{\varpi^2 r^2}{m^2 n} \times x$ équation de la courbe cherchée.

Pour tracer cette courbe on conſtruira d'abord une parabole auxiliaire qui ait pour parametre une troiſième proportionnelle à BE &

à l'arc AB. Soit AME (*fig.* 1.) cette parabole, on partagera la partie AB de l'axe des ordonnées en un aſſez grand nombre de parties, telles que Pp, aſſez petites chacune pour qu'étant portées ſur l'arc AB (*fig.* 4.) elles ſe confondent ſenſiblement chacune avec l'arc qu'elles ſoutendent. Par les points de diviſion Pp, & par le point C on tirera les droites MPM' mpm' &c. ſur leſquelles on portera les parties PM' pm' &c. égales reſpectivement aux abciſſes PM' pm' &c. de la parabole auxiliaire. Les points Mm, &c. ainſi déterminés appartiendront à la courbe demandée.

Il eſt évident que ſi le rayon au lieu de tourner uniformément dans le ſens AB tourne en ſens contraire, tandis que le corps placé en A s'approche ou s'éloigne du centre C ſuivant la même loi que ci-deſſus, il réſultera de ce mouvement compoſé deux nouvelles branches de courbes parfaitement égales chacune à chacune des deux premières.

Si le corps étoit placé au centre C, au commencement du mouvement, il en réſulteroit une ſpirale parabolique.

PROBLÊME V.

17. CONCEVONS maintenant que l'arc DAD' ſoit fixement attaché à la droite AC qui le touche au point A, & que tandis que le ſyſtême de ces deux lignes ſe meut uniformément autour du point C, un corps placé en A parcoure l'arc AD ou AD' d'un mouvement uniformément accéléré, quelle ſera la courbe décrite par le corps A? Fig. 5.

SOLUTION.

NOMMONS l'arc AP, y; l'arc Ap, y'; l'arc PM, x; l'arc pm, x'; le rayon AC de l'arc AB, r; celui de l'arc AD, r'; le rapport de la demie circonférence au rayon w; repréſentons par t & t' reſpectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm; par $\frac{1}{m}$ & $\frac{1}{n}$ reſpectivement le rapport du nombre de degrés compris dans

dans l'arc AB & dans l'arc AD à 180°, ce qui donne arc $AB = \frac{\varpi r}{m}$ & arc $AD = \frac{\varpi r'}{n}$ nous aurons comme ci-deſſus,

$y^2 : y'^2 :: t^2 : t'^2 :: x : x$ ou bien

$y^2 : x :: y'^2 : x' :: \frac{\varpi^2 r^2}{m^2} : \frac{\varpi r'}{n}$

d'où l'on tire $y^2 = \frac{n}{\varpi r'} \times \frac{\varpi^2 r^2}{m^2} \times x$

équation de la courbe demandée.

Cette courbe ſe conſtruira comme les précédentes par le moyen d'une parabole auxiliaire qui doit avoir pour parametre une troiſième proportionnelle à l'arc BE & à l'arc AB.

On voit, & la figure 5 le montre aſſez, que les quatre branches de courbe qui réſultent des différens ſens ſuivant leſquels on conçoit que le corps ſe meut, doivent être différentes les unes des autres.

Tous les problêmes qui précèdent ne ſont que des cas particuliers du problême ſuivant.

PROBLÊME VI.

18. Soient deux courbes AB, AD (*fig.* 5.) qui ſe coupent ſous un angle quelconque. Concevons que la courbe AD ſe meuve le long de AB ſuivant une loi donnée, de manière pourtant que l'angle que font ces deux courbes aux différens points où elles ſe coupent ſoit conſtamment le même, tandis qu'un corps placé en A parcourt la courbe AD ſuivant une loi auſſi donnée : Il s'agit de trouver la courbe décrite par le corps A en vertu de ce double mouvement.

SOLUTION.

Prenons pour axe des abciſſes la courbe AD, & pour axe des ordonnées la courbe AB. Nommons AP, y; Ap, y'; PM, x; pm, x'; AB, m; AD, n; t & t' reſpectivement les tems employés à parcourir AP & Ap ou PM & pm; repréſentons de plus par Y, Y', X, X', M, N, reſpectivement des fonctions de y, de y', de x, de x', de m, & de n; cela poſé

En vertu du mouvement le long de AB nous aurons $Y : Y' :: t : t'$.

En vertu du mouvement le long de AD nous trouverons $t : t' :: X : X'$ par conſéquent $Y : Y' :: X : X'$ ou bien $Y : X :: Y' X' :: M : N$. Donc $YN = XM$, équation de la courbe cherchée.

19. Si les lignes AD & AB aulieu d'être courbes étoient droites, on trouveroit la même équation pour la courbe cherchée qui ſeroit alors une courbe algébrique, & l'on en feroit uſage pour décrire la courbe tranſcendante de léquation $YN = XM$ à laquelle elle ſerviroit de courbe auxiliaire.

PROBLÊME VII.

Fig. 6. 20. Soient une courbe $An\zeta$ dont la nature eſt inconnue & une droite AB, mobiles circulairement, la courbe autour du point A, la droite autour du point B. Concevons de plus qu'une cheville attachée à l'extrémité A de la droite AB, force la courbe $An\zeta$ à tourner dans le ſens $\zeta' V \zeta$ en ſorte que la cheville A, après avoir détruit l'arc quelconque AN arrive en un point quelconque N à l'inſtant que le point n de la courbe $An\zeta$ après avoir décrit l'arc niN d'un nombre de degrés égal à celui de l'arc AN, arrive au même point N, on demande la nature de la courbe $An\zeta$.

SOLUTION.

Menons par le point A la tangente AD & faiſons attention que l'angle DAN a pour meſure la moitié de l'arc AN, d'où il ſuit que le nombre de dégrés de l'arc iN eſt la moitié de celui de l'arc AN, que ſi nous faiſons l'arc in égal à l'arc iN le point n appartiendra à la courbe cherchée ; puiſque l'arc niN eſt ſemblable à l'arc AD, le même raiſonnement ayant lieu pour tous les autres points de la courbe, il s'enſuit que cette courbe eſt un arc de cercle qui touche l'arc AN au point A & dont le rayon Ab eſt égal à AB.

21. Si nous faiſons chacun des arcs MN, $Z\zeta$ &c. égaux reſpectivement à chacun des arcs niN, $\zeta' V \zeta$ &c. nous aurons une ſuite

de points tels que M, Z, &c. & la courbe $AMZB$ qui passe par ces points, satisfera encore aux conditions du problême, c'est-à-dire, que la cheville A la fera tourner autour du point A dans le sens $\zeta V \zeta'$ suivant la même loi qu'elle fait tourner l'arc $An\zeta$ dans le sens $\zeta' V \zeta$.

Pour trouver la nature de cette nouvelle courbe, abaissons la perpendiculaire MP sur AB que nous prendrons pour axe des abcisses, & nommons AB, a; AP, x; PM, y. nous aurons $PB = a - x$; AM ou $AN = \sqrt{}(x^2+y^2)$ $BM = \sqrt{}(a^2 - 2ax + x^2 + y^2)$.

Observons que le triangle MAN est isoscelle ainsi que le triangle ABN. Ces deux triangles ont un angle égal; car (par la propriété de la courbe AM), l'angle MAN doit être égal à l'angle ABN. Donc la somme des deux angles ANM & AMN du triangle AMN est égale à la somme des deux angles BAN, BNA du triangle ABN donc l'angle ANM & l'angle ANB sont égaux, puisque les deux triangles MAN & ABN sont isoscelles; donc les deux triangles MAN, ABN sont semblables & les deux droites MN & NB ne font qu'une seule & même ligne droite, nous aurons donc la proportion,

$AB\,(a) : AN\,(\sqrt{}(x^2+y^2)) :: AN\,(\sqrt{}(x^2+y^2)) : MN = \frac{x^2+y^2}{a}$. Or $AB = BN = BM + MN$; nous aurons donc $a = \sqrt{}(a^2 - 2ax + x^2 + y^2) + \frac{x^2+y^2}{a}$ ou bien $a^2 - x^2 - y^2 = a\sqrt{}(a^2 - 2ax + x^2 + y^2)$ quarrant chaque membre, l'équation deviendra $a^4 + x^4 + y^4 - 2a^2x^2 - 2a^2y^2 + 2x^2y^2 = a^4 - 2a^3x + a^2x^2 + a^2y^2$.

Passant tous les y dans le premier membre & réduisant, nous aurons $y^4 - (3a^2 - 2x^2) \times y^2 = 3a^2x^2 - 2a^3x - x^4$ équation du quatrième degré qui exprime la nature de la courbe. Nous en tirons dabord

$$y^2 = \frac{3a^2 - 2x^2 \pm \sqrt{}(9a^4 - 8a^3x)}{2}$$ & enfin

$$y = \pm\sqrt{}\left(\frac{3a^2 - 2x^2 \pm \sqrt{}(9a^4 - 8a^3x)}{2}\right)$$

En donnant à x différentes valeurs, on aura tout d'un coup les valeurs de y qui correspondent à ces différentes valeurs de x.

Fig. 7. 22. SOIT par exemple $x = o$. nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{3a^2 \pm 3a^2}{2}\right)}$ ou $y = \pm o$ & $y = \pm a\sqrt{3}$. Notre courbe a donc deux branches qui paſſent par le point A, & deux autres branches qui paſſent à une diſtance de ce point exprimée par $a \times \sqrt{3}$; l'une en deſſus, l'autre en deſſous de l'axe des abciſſes.

23. SOIT $x = a$ nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{a^2 \pm a^2}{2}\right)}$ ou bien $y = \pm o$ & $y = \pm a$.

La courbe a donc deux branches qui paſſent par le point B & deux autres qui paſſent à une diſtance a de ce point, l'une en deſſus, l'autre en deſſous de AB.

24. SOIT $x = -2a$ nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{-5a^2 \pm 5a^2}{2}\right)}$ ou bien $y = \pm o$ & $y = \pm a\sqrt{(-5)}$.

La courbe a donc ſeulement deux branches qui coupent l'axe des abciſſes à gauche du point A & à une diſtance $2a$ de ce point. Les deux autres valeurs de y ſont imaginaires.

Soit $x = a + n$ nous aurons $y = \pm\sqrt{\left(\frac{a^2 - 4an - 2n^2 \pm \sqrt{(a^4 - 8a^3 n)}}{2}\right)}$ quantité qui devient réelle ou imaginaire ſelon les différentes valeurs qu'on donne à n. Elle ſera réelle tant que n ne ſera pas plus grand que $\frac{a}{8}$: car en ſuppoſant $n > \frac{a}{8}$ nous aurons $8n > a$; & $8a^3 n > a^4$ ce qui rend la valeur de y imaginaire.

Si nous faiſons $n = \frac{a}{8}$ nous aurons $y = \pm\frac{a\sqrt{(15)}}{8}$ ainſi la plus grande des valeurs qu'on peut donner à x eſt $a + \frac{a}{8}$ ou $\frac{9a}{8}$. La courbe ne s'étend donc point au-delà de ce terme.

Soit $x = -(2a + p)$ nous aurons

$y = \pm\sqrt{\left(\frac{-5a^2 - 8ap - 2p^2 \pm \sqrt{(25a^4 + 8a^3 p)}}{2}\right)}$ valeur imaginaire tant que p ſera poſitif puiſque $5a^2 + 8ap + 2p^2$ eſt évidemment plus grand que $\sqrt{(25a^4 + 8a^3 p)}$. La plus grande des abciſſes négatives eſt donc $-2a$.

25. EN donnant à x différentes valeurs compriſes entre les limites $+\frac{9a}{8}$ & $-2a$ nous trouverons les valeurs correſpondantes de y & nous verrons qu'aux x poſitives répondent quatre valeurs réelles pour y,

deux positives & deux négatives, & qu'aux x négatives répondent pour y deux valeurs réelles seulement l'une positive & l'autre négative. Les deux autres valeurs de y sont imaginaires. Nous en conclurons que cette courbe a quatre branches qui passent du côté des x positives & que deux de ces quatre branches seulement passent du côté des x négatives, ainsi qu'on le voit dans la figure septième qui représente cette courbe toute entière.

26. POUR mener une tangente à cette courbe, on pourroit calculer la valeur de la soutangente PT par le moyen de la formule $\frac{y\,dx}{dy}$; mais il est plus simple de calculer celle de la sounormale par le moyen de la formule $\frac{y\,dy}{dx}$. En effet, en différentiant l'équation $y^2 = \frac{3a^2 - 2x^2 \pm \sqrt{(9a^4 - 8a^3x)}}{2}$ on trouve $2ydy = -2xdx \mp \frac{2a^3dx}{\sqrt{(9a^4 - 8a^3x)}}$ & $\frac{ydy}{dx} = -x \mp \frac{a^2}{\sqrt{(9a^2 - 8ax)}}$ ou bien $\frac{ydy}{dx} = -x \mp \frac{a^2}{4\sqrt{\left(\frac{9a^2}{16} - \frac{ax}{2}\right)}} = -x \mp \frac{a^2}{4\sqrt{\left(\frac{9a^2}{16} - \frac{6ax}{12}\right)}} = \mp \frac{\frac{3}{4}a \times \frac{3}{4}a}{\sqrt{\left(\frac{3a}{4}\left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}} - x$ qui donne la construction suivante.

Prenez les trois quarts de AB & portez-les de P en Q, portez pareillement les deux tiers de AP de Q en S. Sur PQ comme diametre décrivez le demi cercle PZQ & par le point S élevez la perpendiculaire τs qui sera ordonnée au cercle. Tirez la corde $P\tau$; portez la moitié de AB, de P en V, sur AB & de P en u sur PZ; tirez la droite VZ & par le point u menez-lui la paralelle $u\tau$. Portez AP de τ en R, tirez la droite RM & par le point M élevez la perpendiculaire TM sur RM elle sera la tangente demandée. Fig. 9.

Car (par la propriété du cercle PZQ) on a

$PZ^2 = PQ \times PS = \frac{3a}{4}\left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)$ par conséquent $PZ = \sqrt{\left(\frac{3a}{4} \times \left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}$ les triangles semblables PVZ, $P\tau u$, donnent

$PZ\left(\sqrt{\left(\frac{3a}{4}\left(\frac{3a}{4} - \frac{2x}{3}\right)\right)}\right) : PV\left(\frac{3}{4}a\right) :: Pu\left(\frac{3}{4}a\right) : P\tau$. Donc

$$P\gamma = \frac{\frac{5}{2}a \times \frac{5}{2}a}{\sqrt{\left(\frac{3}{4}a \times \left(\frac{3}{4}a - \frac{2}{3}x\right)\right)}} \text{ \& } PR = \frac{\frac{5}{2}a \times \frac{5}{2}a}{\sqrt{\left(\frac{3}{4}a \times \left(\frac{3}{4}a - \frac{2}{3}x\right)\right)}} - x$$

L'autre valeur de PR qui eſt $PR = \frac{-\frac{5}{2}a \times \frac{5}{2}a}{\sqrt{\left(\frac{3}{4}a \times \left(\frac{3}{4}a - \frac{2}{3}x\right)\right)}} - x$

ſert à mener une tangente à l'autre branche de la même courbe.

Fig. 6 & 7. 27. CHERCHONS maintenant l'expreſſion du rayon oſculateur pour un point quelconque de cette courbe, & pour cela reprenons l'équation $y^4 - (3a^2 - 2x^2) \times y^2 = 3a^2x^2 - 2a^3x - x^4$ que nous pouvons mettre ſous cette forme $y^4 - 3a^2y^2 + 2x^2y^2 - 3a^2x^2 + 2a^3x + x^4 = 0$. Différentions cette équation & nous trouverons $(4y^3 - 6a^2y + 4x^2y) \times dy + (4xy^2 - 6a^2x + 2a^3 + 4x^3) \times dx = 0 (A)$ Différentions encore une fois en regardant dx conſtant, il nous viendra $(4y^3 - 6a^2y + 4x^2y) \times ddy + (12y^2 - 6a^2 + 4x^2) \times dy^2 + (4y^2 - 6a^2 + 12x^2) \times dx^2 + 16xy\, dxdy = 0 (B)$

Faiſons pour abréger $4y^3 - 6a^2y + 4x^2y = x$; $12y^2 - 6a^2 + 4x^2 = \delta$; $4xy^2 - 6a^2x + 2a^3 + 4x^3 = \gamma$. $4y^2 - 6a^2 + 12x^2 = \beta$; $16xy = \theta$; nous aurons $\alpha dy + \gamma dx = 0$ $\alpha ddy + \delta dy^2 + \beta dx^2 + \theta dxdy = 0$; par conſéquent

$$dy = -\frac{\gamma dx}{\alpha}; \; dy^2 = \frac{\gamma^2 dx^2}{\alpha^2}; \; dxdy = -\frac{\gamma dx^2}{\alpha};$$

$$dx^2 + dy^2 = \left(\frac{\alpha^2 + \gamma^2}{\alpha^2}\right) \times dx^2; \; ddy = -\left(\frac{\delta dy^2 + \beta dx^2 + \theta dxdy}{\alpha}\right)$$

qui devient en mettant pour dy^2, & $dxdy$ leurs valeurs

$$ddy = -\left(\frac{\delta\gamma^2 + \alpha^2\beta - \gamma\theta}{\alpha^3}\right) \times dx^2.$$

Subſtituons toutes ces valeurs dans l'expreſſion générale du rayon oſculateur qui eſt, comme on ſait, $R = \frac{(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}}}{-dxddy}$. (en ſuppoſant dx conſtant) nous aurons, toutes réductions faites, $R = \frac{(\alpha^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}}}{\delta\gamma^2 + x\beta - \alpha\gamma\theta}$ expreſſion finie du rayon de la développée pour un point quelconque de notre courbe, dans laquelle il ne s'agit plus que de ſubſtituer les valeurs de α, δ, γ, &c. mais il vaut mieux la laiſſer ſous cette forme & chercher les expreſſions particulières de α δ &c. qui réſultent des

différentes valeurs de x & de y pour les ſubſtituer enſuite dans la valeur de R ainſi qu'on va le voir dans les exemples qui ſuivent.

Exemple premier.

28. SOIT $x=o$, nous aurons $y=o$ ou $y=\pm a\sqrt{3}$. Prenons d'abord le cas ou $y=o$ nous trouverons $\alpha=o$; $\beta=-6a^2$; $\gamma=2a^3$; $\delta=-6a^2$; $\theta=o$, par conſéquent $R\left(\frac{(o+4a^6)^{\frac{1}{2}}}{+24a^8+o}\right)=\frac{8a^9}{24a^8}=\frac{a}{3}$. Le rayon de la courbure au point A eſt donc égal au tiers de la ligne AB. Prenons le cas ou $y=a\sqrt{3}$ nous aurons $\alpha=6a^3\sqrt{3}$; $\beta=30a^2$; $\gamma=2a^3$; $\delta=6a^2$; $\theta=o$; par conſéquent $R=\frac{(108a^6+4a^6)^{\frac{1}{2}}}{120a^8+648a^8}=\frac{(112)^{\frac{1}{2}}\times a}{768}=1{,}54335\times a$ à moins d'un cent millième de a ou bien $R=\frac{267a}{173}$ avec autant d'exactitude, ou encore $R=\frac{71a}{46}$ à un dix millième près.

Exemple ſecond.

29. SOIT $x=a$ on aura $y=o$ ou $y=a$. Prenons le cas où $y=o$ nous trouverons $\alpha=o$; $\beta=-2a^2$; $\gamma=o$; $\delta=6a^2$; $\theta=o$; par conſéquent $R=\frac{o}{o}$ expreſſion qui ne nous apprend rien. Cela vient parce que le point B eſt un point multiple; mais ſi nous faiſons attention que dans une courbe qui a des points multiples on doit avoir, en prenant pour x & pour y les valeurs qui déterminent chacun de ces points, $\frac{dx}{dy}=\frac{o}{o}$; nous verrons aiſément que le coefficient de ddy, ainſi que celui de ddx doivent ſe réduire à zéro. Reprenons donc l'équation A, & différentions-la ſans faire varier dx ni dy. Nous aurons $(12y^2-6a^2+4x^2)\,dy^2+(4y^2-6a^2+12x^2)\,dx^2+16xy\,dx\,dy=o$ (C). Différentions de nouveau en faiſant ſeulement dx conſtant; il nous viendra $(6y^2-3a^2+2x^2)\,dy\,ddy+6y\,dy^3+6x\,dx\,dy^2+2y\,dy\,dx^2+6x\,dx^3+8xy\,dx\,ddy+8y\,dx^2\,dy=o$ qui devient (en obſervant qu'au point B, $x=a$ & $y=o$) $-a\,dy\,ddy+6dx\,dy^2+6dx^3=o$, d'où nous tirons $ddy=\frac{6\,dx\,dy^2+6\,dx^3}{a\,dy}$. L'équation C devient pareillement $-dy^2+3dx^2=o$ ou $dy^2=3dx^2$,

par conſéquent $dy = \pm dx\sqrt{3}$. Donc $ddy = \frac{18dx^3 + 6dx^3}{\pm a dx\sqrt{3}} = \frac{24dx^2}{\pm a\sqrt{3}}$; $(dx^2 + dy^2)^{\frac{3}{2}} = (dx^2 + 3dx^2)^{\frac{3}{2}} = 8dx^3$. Donc $R = \frac{8dx^3}{\pm\frac{dx \times 24dx^2}{a\sqrt{3}}} = \mp\frac{a\sqrt{3}}{3} = 0,57735 \times a$ à moins d'un cent millième ou bien $R = \frac{153a}{265}$ valeur auſſi exacte que la précédente, ou bien encore $R = \frac{56a}{97}$ à moins de trois cent-millièmes.

L'autre valeur de R ſavoir $R = -\frac{a\sqrt{3}}{3}$ appartient à une autre courbe égale à la précédente, dont les deux branches paſſent par le point B, mais dont l'origine eſt en a'.

Prenons le cas où $y = a$ nous aurons $\alpha = 2a^3$; $\zeta = 10a^2$; $\gamma = 4a^3$; $\delta = 10a^2$; $\theta = 16a^2(\alpha^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}} = (20a^6)^{\frac{3}{2}} = (5 \times 4a^6)^{\frac{3}{2}} = 8a^9(5)^{\frac{3}{2}} = 8a^9 \times 5\sqrt{5} = 40a^9\sqrt{5}$, par conſéquent $R = \frac{40a^9\sqrt{5}}{72a^8} = \frac{5a\sqrt{5}}{9} = 1,21402$. A moins d'un cent millième $= \frac{17a}{14}$ à deux dix millièmes près.

Exemple troiſième.

30. SOIT $x = -2a$ ce qui donne $y = 0$; nous aurons $\alpha = 0$; $\zeta = 10a^2$; $\gamma = -18a^3$; $\delta = 42a^2$; $\theta = 0$ $(\alpha^2 + \gamma^2)^{\frac{3}{2}} = -5832a^9$; $\zeta\gamma^2 = 3240a^8$; donc $R = \frac{-5832a}{3240} = -\frac{9a}{5}$. Le rayon oſculateur eſt ici négatif, parce qu'il eſt poſé ſur l'axe des abciſſes dans le ſens des x négatifs.

On trouvera de la même manière la valeur du rayon de la développée pour tous les autres points de cette courbe.

31. EN donnant à x de très-petites valeurs telles que $\frac{a}{100}, \frac{a}{90}, \frac{a}{80}$, &c. on verra que le rayon de la développée demeure ſenſiblement égal à $\frac{a}{3}$ d'où l'on conclura que la courbure ne varie pas ſenſiblement aux environs du point A lors même que $x = \frac{a}{10}$. Le rayon oſculateur qui devient alors égal aux neuf vingt-cinquièmes de AB (à moins d'un centième de a) ne diffère du tiers de cette même ligne que d'un ſoixante-

ſoixante-quinzième, ce qui n'eſt point une erreur trop conſidérable. On pourra donc, lorſque l'on n'aura beſoin que d'une petite portion de l'arc *AM*, ſubſtituer à cette courbe un arc de cercle d'un rayon égal au tiers de *AB*. Cette remarque nous ſera très-utile par la ſuite.

32. Je ne m'arrêterai pas davantage à détailler les propriétés de cette courbe, elle en a beaucoup qui ſont étrangères à notre objet. En voici une entr'autres qui ſe préſente ſi naturellement que je ne crois pas devoir la paſſer ſous ſilence.

La courbe dont il s'agit ici eſt telle que chacun des arcs niN $\zeta V\zeta'$ &c. eſt égal à chacun des arcs NM, ζZ &c. mais la droite AD partage en deux parties égales chacun des arcs niN, $\zeta V\zeta'$ &c. Donc chacun des arcs in, $V\zeta$ &c. eſt la moitié de chacun des arcs $NM\zeta Z$ &c. & par conſéquent le tiers de chacun des arcs iNM, $V\zeta Z$ &c. On voit donc que la courbe $AMZB$ donne une ſolution très-ſimple du fameux problême de la triſection de l'angle. Fig. 6.

Cette propriété eſt d'autant plus heureuſe que la courbe étant une fois tracée, on peut s'en ſervir comme d'une eſpèce de plate-forme, pour diviſer tout angle donné en trois parties égales.

Soit par exemple l'angle $V'A'Z'$ qu'il s'agit de partager en trois parties égales, on tirera la ligne AZ (*fig. 6.*) qui faſſe avec AV l'angle VAZ égal à l'angle donné $V'A'Z'$; par le point Z où cette droite coupe la courbe $AMZB$, on décrira du point A pris pour centre l'arc $ZV\zeta'$, la partie $V\zeta$ de cet arc compriſe entre l'arc de cercle $AN\zeta$ & la droite AV ſera la moitié de l'arc $Z\zeta$, & par conſéquent le tiers de l'arc VZ qui eſt la meſure de l'angle VAZ ou $V'A'Z'$. Il en ſera de même de tout autre angle.

33. Nous avons ſuppoſé que l'eſpace angulaire décrit par la courbe AM étoit conſtamment égal à l'angle décrit par la droite AB; mais ſi l'on vouloit que le nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la courbe AM fut au nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la droite AB dans le rapport conſtant de m à n, le problême ſeroit beaucoup plus difficile, les équations auxquelles on arriveroit monteroient à des degrés très-élevés & dans

preſque tous les cas, les courbes cherchées ne pourroient être décrites que par des opérations de tâtonnement. Je dis dans preſque tous les cas, parce qu'il y en a quelques-uns dans leſquels on peut déterminer exactement tant de points qu'on voudra des courbes cherchées. Ces cas ſont ceux qui dépendent de la multiplication & de la biſection de l'angle. C'eſt-à-dire, que les points dont il s'agit pourront être déterminés exactement lorſque le nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la courbe AM ſera double, triple, quadruple, &c. du nombre des degrés de l'arc décrit par un point quelconque de la droite AB, ou lorſque le nombre de degrés du premier arc ſera la moitié, le quart, le huitième, le ſeizième, &c. du nombre des degrés du ſecond.

Fig. 10. 34. POUR faire ſentir la vérité de ce que j'avance, je vais chercher l'équation de la courbe AQM qui eſt telle que l'arc MN eſt conſtamment égal à la moitié de l'arc AaN.

Pour cela je nomme AB, a; AP, x; PM, y; par conſéquent $AM = \sqrt{(x^2 + y^2)} = Z$ pour abréger, je mène la droite aB qui partage l'angle ABN en deux parties égales, d'où je conclus $NQ = \frac{z}{2}$; $BQ = \sqrt{(a^2 - \frac{z^2}{4})} = \sqrt{(\frac{4a^2 - z^2}{2}}$. Je mène parallelement à AB la droite Md : ce qui donne $Md = x$ & $Dd = AD - Ad = AM - MP = Z - y$, cela poſé les triangles ſemblables BQN, MdD donnent cette proportion $BQ\ (\sqrt{\left(\frac{4a^2 - z^2}{2}\right)} : QN\left(\frac{z}{2}\right) :: Nd\ (x) : Dd\ (z - y)$ d'où l'on tire $(z - y)\sqrt{(4a^2 - z^2)} = zx$.

Faiſant évanouir le radical, mettant pour z ſa valeur, faiſant encore évanouir les radicaux, réduiſant & ordonnant par rapport à y, on aura une équation du huitième degré de la forme $Ay^8 + By^6 + Cy^4 + Dy^2 + E$ dans laquelle A, B, C &c. ſont des fonctions de x & de conſtantes cette équation deſcend au ſixième degré, parce que le coefficient de y^8 ſe réduit à zéro. En effet, on trouve en dernière analyſe

$$\left.\begin{matrix} y^6 + 3x^2 \\ -4a^2 \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} y^4 + 3x^4 \\ -8a^2x^2 \end{matrix}\right\} \left.\begin{matrix} y^2 + x^6 \\ -4a^2x^4 \\ +4a^2x^2 \end{matrix}\right\} = 0.$$

35. On voit que pour trouver l'équation des autres courbes de ce genre, il ſuffit de faire un triangle NBQ ſemblable au triangle MDd en partageant l'angle ABN en autant de parties égales qu'il eſt néceſſaire pour que l'angle NBa ſoit égal à l'angle DMd, on pourra avoir en fonction de x & de y l'expreſſion du ſinus MQ & du coſinus BQ de l'angle NBa, nommons S ce ſinus & C ce coſinus, nous aurons $C : S :: \frac{1}{2}x : z - y$ & par conſéquent $Cz - Cy = Sx$, équation dans laquelle il ne s'agira plus que de ſubſtituer pour C, S & Z leur valeur en x & en y.

36. Qu'on décrive avec un rayon AB, du point B pris pour centre un arc de cercle ANE & du point A comme centre, un grand nombre d'arcs concentriques à l'arc $LNMM'$ &c. qu'on porte l'arc LN compris entre l'arc AN & ſa tangente AL, de N en M, de M en M', de M' en M'', &c. Qu'on faſſe la même opération ſur tous les arcs concentriques à LNM, &c. on aura une ſuite de points tels que M, M', M'', &c. par leſquels on fera paſſer les courbes AM, AM', AM'', &c. Ces courbes ſeront telles que les angles curvilignes engendrés par ces courbes & les angles rectilignes engendrés par la droite AB demeureront dans un rapport conſtant. Ce rapport ſera celui de un à deux pour la première courbe AM, celui d'égalité pour la ſeconde, celui de trois à deux pour la troiſième, celui de deux à un pour la quatrième, celui de cinq à deux pour la cinquième, celui de trois à un pour la ſixième, celui de ſept à deux pour la ſeptième, &c. Fig. 12.

37. Si l'on décrit toutes ces courbes en grand, on verra que la courbure de chacune ne varie pas ſenſiblement aux environs du point A que le rayon oſculateur ſe réduit à $\frac{AB}{2}$ pour la première, à $\frac{AB}{3}$ pour la ſeconde, à $\frac{AB}{4}$ pour la troiſième, à $\frac{AB}{5}$ pour la quatrième, ainſi de ſuite. Cette propriété eſt ſingulière. Elle a beſoin d'être démontrée; mais le calcul nous abandonne. Je ne puis que donner ici les moyens dont je me ſuis ſervi pour la découvrir.

38. Sur une grande table de chêne bien dreſſée j'ai fait coller deux feuilles de papier grand aigle. Avec un rayon AB de trois pieds de

longueur, j'ai décrit, par le moyen d'un compas à verge, l'arc *ANE*. J'ai élevé la perpendiculaire *AL* que j'ai eu ſoin de bien vérifier. Enfin j'ai conſtruit douze courbes telles que *AM*, *AM'*, *AM''*, &c. J'ai diviſé à part une longueur égale à *AB* en cinq mille parties égales, par le moyen de tranſverſales. Mon deſſein étoit de me ſervir de cette échelle pour avoir la longueur approchée du rayon de courbure à l'origine de chacune de ces courbes. Mon premier ſoin fut de m'aſſurer dabord ſi je pouvois compter ſur les opérations graphiques, & juſqu'à quel point je devois me fier ſur elles. Voici le moyen que j'employai. Je ſavois que le rayon de la développée à l'origine de la courbe *AM'* eſt le tiers de *AB*. Je l'avois trouvé par le calcul. Je ſuppoſai donc ne le point connoître, & je me propoſai de le trouver par voie de tâtonnement. J'y parvins aſſez aiſément à l'aide de la vis d'appel qui donne aux pointes de mon compas la faculté de s'approcher ou de s'éloigner l'une de l'autre d'une quantité auſſi petite qu'on le deſire.

Je portai mon compas ſur mon échelle, & je trouvai que la diſtance des deux pointes étoit de 1668 parties. Cette valeur ne diffère du tiers de 5000, qui eſt 1666,666, que de 1,334, qui eſt très-peu de choſe. M'étant auſſi aſſuré qu'on peut compter ſur des opérations faites avec ſoin & en grand, j'employai le même tâtonnement pour trouver le rayon oſculateur à l'origine de la courbe *AM*. Je le trouvai égal à 2501 parties, plus une fraction que j'évaluai à $\frac{2}{3}$ environ. Cette valeur diffère très-peu de 2500, qui eſt la moitié de 5000.

Après avoir trouvé le rayon de la développée à l'origine de la première courbe égal à la moitié de *AB*, celui de la ſeconde égal au tiers de *AB*, je ſoupçonnai celui de la troiſième égal au quart de *AB*, celui de la quatrième égal au cinquième de *AB*, & ainſi de ſuite. J'éprouvai le quart qui me réuſſit, le cinquième pareillement, & ainſi de ſuite juſqu'à la douzième courbe dont le rayon de courbure au point *A* ſe trouva égal à la treizième partie de *AB*. Cette loi ne s'étant pas démentie juſqu'à la douzième courbe, on pourroit en conclure que ſi l'on nomme *n* le numero de l'une de ces courbes, l'on aura pour l'origine de cette courbe $R = \frac{AB}{n+1}$.

Voilà à peu près tous les problêmes de géométrie dont je puis avoir beſoin. Je finirai donc par quelques obſervations que j'ai faites ſur le mouvement varié.

39. Si l'on nomme t, le tems du mouvement d'un corps u, ſa vîteſſe e, l'eſpace qu'il parcourt pendant le tems t; & la force accélératrice ou retardatrice qui anime l'unité de maſſe, on aura les formules ſuivantes qui ſont démontrées dans tous les cours de méchanique où l'on donne les principes du mouvement varié. $(A)\ u = \frac{de}{dt}$. $(B)\ \varphi dt = \pm du$. $(C)\ \varphi de = \pm u du$. $(D)\ \varphi dt^3 = \pm(dtdde - deddt)$ qui ſe réduit à $\varphi dt^2 = \pm dde$ (en faiſant dt conſtant.)

Et qui devient $\varphi dt^3 = \mp deddt$ (en faiſant de conſtant.)

40. Maintenant je dis que la nature de tout mouvement peut être repréſentée par celle d'une courbe AMm, dont les abciſſes AP ſont proportionnelles aux tems du mouvement, les ordonnées PM aux vîteſſes & les ſurfaces APM aux eſpaces parcourues. Fig. 11.

En effet on peut diviſer l'axe des abciſſes en une infinité de petites parties égales qui repréſenteront les élémens du tems : & par tous les points de diviſion tels que P, p élever les perpendiculaires PM, pm proportionnelles reſpectivement aux vîteſſes finales qui correſpondent aux tems repréſentés par AP & Ap, la courbe qui paſſera par tous les points M, m &c. exprimera, par ſon équation, la relation du tems à la vîteſſe; car en nommant t le tems du mouvement, u la vîteſſe correſpondante, e l'eſpace parcouru, $\frac{1}{m}$ le rapport conſtant du tems aux abciſſes AP; $\frac{k}{n}$ celui de la vîteſſe aux ordonnées PM, nous aurons $AP = mt$; $PM = \frac{nu}{k}$ ou en nommant AP, x; & PM, y; nous trouverons $x = mt$ & $y = \frac{nu}{k}$ l'équation de la courbe qui exprime la relation des abciſſes aux ordonnées exprimera auſſi celle du tems & de la vîteſſe, & ſi nous concevons que cette courbe ait pour équation $y = x\,(X)$ étant une fonction quelconque de x & de conſtantes, nous aurons (en mettant pour y ſa valeur $\frac{nu}{k}$ & pour x ſa valeur mt) l'équation $u = T$ dans laquelle T eſt une fonction de t.

La formule A donne $de = u\,dt = \frac{Ky\,dx}{mn}$ d'où l'on tire $e = \frac{Kf(y\,dx)}{mn}$ or $f(y\,dx)$ exprime l'aire APM, donc l'eſpace parcouru eſt proportionnel aux ſegmens APM, Apm. Si ſur l'axe AP nous décrivons une courbe dont les ordonnées PN, pn ſoient aux aires correſpondantes APM, Apm dans un rapport conſtant, l'équation $e = \frac{k}{mn} f(y\,dx)$ de cette courbe exprimera la relation des eſpaces parcourus aux tems employés à les parcourir. Si nous différentions l'équation $u = T$ nous aurons $du = T'\,dt$ (T' étant une autre fonction de t) mettant dans la formule B pour du ſa valeur $T'dt$, nous aurons $\varphi = T'$. Si nous conſtruiſons la courbe de cette équation nous obtiendrons une troiſième courbe AFf dont les abciſſes & les ordonnées auront entre elles la même rélation que les tems du mouvement & les forces qui agiſſent pendant ces mêmes tems. Les trois courbes AMm, ANn & AFf dépendent tellement l'une de l'autre, que l'une d'elles étant connue, on pourra connoître les deux autres.

41. SUPPOSONS, par exemple, que la courbe qui exprime la rélation de la force accélératrice ou rétardatrice au tems ſoit la droite BFf & nommons AB, a; Af, b; AP, x; PF, y; le rapport conſtant de x à t, m; celui de y à φ, $\frac{n}{l}$; nous aurons $x = mt$ & $y = \frac{n\varphi}{l}$ $BP = a - x$. Les triangles ſemblables ABf, PBF donnent $Af : AB :: PF : PB = \frac{AB \times PF}{Af}$ ou $a - x = \frac{ay}{b}$ équation à la ligne droite qui devient, en mettant pour x & y leurs valeurs mt & $\frac{n\varphi}{l}$; $a - mt = \frac{an\varphi}{lb}$ d'où nous tirons $\varphi = \frac{lb}{an}(a - mt)$ mais puiſque l'équation générale de la courbe qui exprime la rélation du tems à la force accélératrice eſt $\varphi = T'$ nous aurons $T' = \frac{lb}{an}(a - mt)$ multipliant chaque membre de cette équation par dt il nous viendra $T'dt = \frac{lb\,dt}{an}(a - mt)$ mais $T'dt = du$: Donc $du = \frac{lb}{an}(a - mt)\,dt$, dont l'intégrale eſt $u = \frac{-bl}{2amn}(a - mt)^2 + C$. La conſtante C doit être telle que lorſque $t = 0$ on ait $u = V$ vîteſſe donnée : Donc $C = V + \frac{bla^2}{2amn}$ par conſéquent

Fig. 13.

$u = V + \frac{bl}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ faiſons $a - mt = y'$ & nommons $\frac{p}{q}$ le rapport de u à x' ce qui donne $u = \frac{qx'}{p}$ & $V = \frac{qh}{p}$ (h étant une ligne donnée) nous aurons $2amt - m^2t^2 = a^2 - y'^2$, par conſéquent $\frac{qx'}{p} = \frac{qh}{p} - \frac{bl}{2amn}(y'^2 - a^2)$ ou bien $y'^2 = \frac{2amn}{bl}\left(\frac{q}{p}(h - x')\right) - a^2$ ou bien encore $y'^2 = \frac{2amnq}{pbl}\left(h - \frac{apbl}{2mnq} - x'\right)$ faiſons enfin $h - \frac{ablp}{2mnq} - x' = x''$ & nous aurons $y'^2 = \frac{2amnq}{blp} \times x''$, équation à la parabole.

Cette courbe ſe conſtruit très-facilement, car il ne s'agit que de porter la quantité $h - \frac{ablp}{2mnq}$ de B en A' ſur $A'B$ ce qui déterminera le ſommet A de la parabole. On connoît de plus le parametre de cette courbe qui eſt $\frac{2amnq}{blp}$ & ſon axe $A'B$. On pourra donc la décrire organiquement ou par points.

42. L'ÉQUATION $u = V + \frac{bl}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ donne $udt = Vdt + \frac{bldt}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ mais l'équation A nous donne $udt = de$, donc $de = Vdt + \frac{bldt}{2amn}(2amt - m^2t^2)$ dont l'intégrale eſt $e = Vt + \frac{blt^2}{2n} - \frac{blm^3}{6an} + C$. La conſtante C eſt telle que lorſque $t = o$, $e = o$ ce qui donne $C = o$ & l'équation $e = Vt +$ &c. ſe change en celle-ci $e = \frac{Vx}{m} + \frac{blx^2}{2m^2n} - \frac{blx^3}{6am^2n}$ (en mettant pour t ſa valeur tirée de l'équation $x = mt$).

Nommons $\frac{g}{k}$ le rapport de l'eſpace parcouru à l'indéterminée y'' ce qui donne $e = \frac{gy''}{k}$, & mettons pour V ſa valeur $\frac{qh}{p}$ nous aurons enfin $y'' = \frac{khqx}{gmp} + \frac{bklx^2}{2gm^2n} - \frac{kblx^3}{6agm^2n}$ équation à une courbe du genre parabolique qui exprime la rélation de la durée du mouvement à l'eſpace parcouru. Il eſt très-aiſé de la décrire par points ; car en donnant différentes valeur à x, on obtiendra autant de valeurs de y'' qu'on en aura beſoin.

De l'Echappement en général.

43. TOUT échappement, quel que ſoit ſa nature, eſt le réſultat d'un mouvement de rotation combiné avec un mouvement de vibration. Cette combinaiſon peut ſe faire de deux manières, ou la principale pièce de l'échappement tient à la dernière roue de la machine & agit par une de ſes faces ſur un point d'une autre pièce qui tient à l'axe du balancier & que j'appelle pièce ſecondaire, ou la pièce ſecondaire tient à la dernière roue, & agit par un de ſes points ſur une des faces de la principale pièce de l'échappement qui tient au régulateur.

1°. Concevons que *MNOP* repréſente une portion du limbe de la roue d'échappement, & imaginons que ſur ce limbe on ait creuſé le canal curviligne *EFGHIK* &c; imaginons de plus qu'une cheville *D* qui entre dans ce canal, ne puiſſe pas ſortir de l'arc *AB*, ou ce qui revient au même, qu'elle tienne à une pièce *CD* mobile au tour du point *C*. Maintenant faiſons tourner la roue dont *MNOP* fait partie, dans le ſens *NO*, il eſt évident que la cheville *D*, qui ne peut ſortir ni de l'arc *AB* ni du canal *FG*, ſera toujours dans la commune ſection du canal & de l'arc; qu'elle ſe mouvra dans le ſens *BA* juſqu'à ce que le point *G* du canal ſoit dans l'arc *AB*; qu'elle reviendra ſur ſes pas & parcourra l'arc *fg* dans le ſens *AB* juſqu'à ce que le point *H* ſoit arrivé dans l'arc *AB*; qu'elle reviendra de nouveau ſur ſes pas, ſe mouvra dans le ſens *BA* & ainſi de ſuite. D'où l'on voit que (ſi la cheville *D* tient à un balancier de manière que l'un ne puiſſe pas tourner ſans l'autre) le mouvement circulaire de la roue produira néceſſairement un mouvement de vibration. On voit de plus que le canal *EFGH* &c. eſt ce que j'appelle la pièce principale de l'échappement, & que la cheville *D* qui tient au régulateur en eſt la pièce ſecondaire. On voit encore qu'en faiſant varier la courbure du canal *EFGH*, &c. on fera néceſſairement varier la combinaiſon du mouvement circulaire de la roue & du mouvement de vibration du balancier. Or, parmi toutes les courbures qu'on

qu'on peut donner au canal, il en exiſte une telle que la combinaiſon qui en réſultera aux deux mouvemens en queſtion, ſera la plus ſimple poſſible ; c'eſt donc celle là qu'il faut choiſir.

Pour trouver la courbure qu'on doit donner au canal *EFGH* nous obſerverons que, ſi la roue dont *MNOP* fait partie n'agiſſoit point ſur le régulateur, elle ſe mouvroit d'un mouvement accéléré ; que la fonction du régulateur étant de modérer le mouvement de la roue d'échappement il doit le rendre le plus uniforme qu'il eſt poſſible ; & par conſéquent n'ôter à cette roue que les dégrés de vîteſſe qu'elle acquéroit ſi elle n'agiſſoit pas ſur lui. D'un autre côté, la roue d'échappement ne doit agir ſur le régulateur qu'autant qu'il eſt néceſſaire pour lui reſtituer les dégrés de vîteſſe qu'il perdroit, s'il étoit abandonné à lui-même, en vertu des obſtacles qui altèrent ſon mouvement. En effet, ſi le régulateur ſe mouvoit dans le vuide, ſi les trous de ſes pivots étoient des points mathématiques, ſi le reſſort ſpiral ne *rendoit point*, c'eſt-à-dire, s'il conſervoit toujours ſon intenſité primitive ; ce régulateur mis une fois en mouvement & enſuite abandonné à lui-même, demeureroit ſans-ceſſe dans cet état, ſes vibrations ſe feroient toujours de la même manière, & leur nature dépendroit ſeulement de la loi ſuivant laquelle l'intenſité du reſſort augmente ou diminue à meſure qu'il ſe bande ou ſe débande.

Et c'eſt préciſément dans cet état que la roue d'échappement doit maintenir le régulateur.

On voit par-là que la roue d'échappement doit faire peu d'effort ſur le balancier, & que par conſéquent elle ne ſauroit changer ſenſiblement la nature de ſon mouvement, mais ſeulement s'oppoſer par les petites impulſions qu'elle lui donne, à ce que ce mouvement ne s'altère.

Cela poſé, imaginons que le limbe dont *MNOP* fait partie ſoit un plan bien dreſſé, que la cheville *D* ſoit un ſtilet très-délié, ou un crayon bien affûté qui n'appuie ſur le plan *MNOP* qu'autant qu'il eſt néceſſaire pour qu'il laiſſe une trace de ſa route.

Concevons maintenant que tandis que la roue en queſtion tourne

dans le ſens *NO* ſuivant une certaine loi, le ſtilet ou crayon *D* faſſe autour du point fixe *C* des vibrations ſuivant une loi quelconque ; il eſt évident que pendant le mouvement ſimultané de la roue & du balancier, le crayon *D* tracera ſur le limbe *MNOP* une courbe *EFGHIK* dont la nature dépendra de celle des deux mouvemens combinés.

Concevons maintenant que la roue en queſtion, au lieu d'être mobile autour de ſon centre, ſoit fixe, & que, tandis que le balancier fait ſes vibrations autour du point *C*, ce point *C* lui-même parcoure une circonférence concentrique à *NO*, & emporte avec lui dans le ſens *ON* le balancier & les pièces qui y ſont adhérentes. Concevons de plus que la loi, ſuivant laquelle tout le ſyſtême eſt emporté, ſoit ici la même que celle du mouvement qu'avoit la roue lorſque nous la ſuppoſions mobile autour de ſon centre. Il eſt évident que le crayon *D* tracera ſur le limbe de la roue une courbe *EFGHIK* dont la nature dépendra de la combinaiſon du mouvement de tranſlation & du mouvement de vibration du balancier, & que cette courbe ſera la même que la précédente, puiſque la combinaiſon des deux mouvemens eſt la même dans les deux cas.

Si nous voulons trouver l'équation de cette courbe, nous n'avons qu'à relire le Problême ſixième, art. 18, & ſuppoſer que les lignes *AB* & *AD* (*fig.* 5) au lieu d'être des courbes quelconques, ſont des arcs de cercle.

Tout ce que nous venons de dire ſuppoſe que le moteur exerce conſtamment le même tirage, & que le rouage ſoit ſans défaut : ce qui eſt rigoureuſement impoſſible. Nous ne pouvons donc pas ſuppoſer que la dernière roue de la machine donne au régulateur des impulſions rigoureuſement égales. Si nous pouvions obtenir cette rigoureuſe égalité d'impulſion, il ne ſeroit pas impoſſible de modérer le mouvement de la roue par le moyen d'une méchanique ſemblable à celle dont nous venons de parler. Cette méchanique ne ſeroit point un échappement, car alors la roue ſeroit toujours en priſe ſur le balancier & n'échapperoit jamais. On pourroit même conſtruire le

canal *EFGH* de manière que le mouvement circulaire de la roue devînt uniforme ou à-très-peu-près uniforme. Mais s'il arrive qu'une des impulſions ſoit plus grande ou plus petite que la précédente, dans le premier cas, la cheville *D* ira frapper en *G* la paroi du canal & pourra s'y briſer; dans le ſecond cas, elle n'aura pas la force d'aller juſqu'en *G*, & pourra bien reſter dans la branche *FG* du canal & arrêter le mouvement de la machine. Voila deux grands inconvéniens, auxquels il faut remédier.

Pour obvier au premier, il n'y a qu'à pratiquer à chacun des coudes du canal, une fuite dans laquelle la cheville *D* puiſſe s'échapper dans le cas d'une trop grande impulſion. Cette fuite peut être pratiquée dans le ſens *Gx*, de ſorte qu'elle ne faſſe aucun *jarret* avec le canal *FG* & n'en ſoit que le prolongement. La cheville *D* entrera facilement dans cette fuite, mais pour en ſortir elle fera tourner la roue en ſens contraire, ce qui donnera un échappement à recul. Ou bien cette fuite peut être pratiquée dans le ſens *Gu*, de manière que quand le point *G* eſt dans l'arc *AB* elle ſoit toute entière dans le même arc. Alors la cheville entrant dans la fuite *Gu* ſuſpendra néceſſairement le mouvement de la roue. Car, tant qu'elle y ſera, les deux arcs *Gu* & *AB* ne feront qu'un ſeul & même arc: le point *G* ainſi que tous les autres points de la roue ſeront immobiles, ce qui donnera un échappement à repos.

Pour remédier au ſecond inconvénient, il faut que le canal ſoit conſtruit de manière que l'arc *fg*, que j'appelle arc de levée, ſoit plus petit que l'arc que décriroit le balancier en vertu de la plus petite impulſion qu'il recevroit de la roue, (ces arcs que décrit le balancier ſont variables, à cauſe des petites inégalités dans le mouvement de la roue. On les nomme arcs de vibration; quant à l'arc de levée *fg*, qui eſt celui que décrit la cheville *D* tant qu'elle eſt dans le canal *FG*, il eſt conſtant.)

2°. Soient les deux courbes *FG*, *fg* tracées dans deux plans paralleles, & ne faiſant qu'un même ſyſtême mobile autour du point fixe *C*, que ces plans ſoient découpés ſuivant ces courbes, & que

la partie ſupérieure ſoit abattue. Ou plutôt ſuppoſons qu'il ne reſte de ces plans que les courbes FG & fg qu'une roue, celle dont $MNOP$ fait partie, puiſſe tourner entre ces deux courbes ſans que ſon limbe touche aux courbes dont je viens de parler, que cette roue ſoit garnie de chevilles dDd' dont le nombre ſoit pair afin qu'on en puiſſe élever la moitié perpendiculairement à l'une des faces planes du limbe, & l'autre moitié perpendiculairement à l'autre face, de manière que l'une quelconque des chevilles & ſa ſuivante s'élèvent de différent côté. Que le ſyſtême des deux courbes ſoit attaché à un balancier, de manière que l'une ne puiſſe pas tourner ſans l'autre. Qu'on faſſe maintenant tourner la roue, il eſt clair que tant que la cheville D appuiera ſur la courbe FG le ſyſtême en queſtion tournera dans le ſens MN juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée en F; alors la cheville d' qui eſt de l'autre côté du limbe de la roue d'échappement, s'appuiera ſur la courbe gf au point g & fera tourner le ſyſtême dans le ſens NM, juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée en f; alors cette cheville échappera, la ſuivante fera tourner le ſyſtême dans le ſens contraire & ainſi de ſuite. Il eſt évident que cet échappement, qui eſt l'inverſe du précédent, revient au même quant à l'effet, & que tout ce que nous avons dit ſur l'échappement de la *figure* 23 peut s'appliquer ici. On voit de plus que la pièce principale de l'échappement tient ici au balancier, & que la pièce ſecondaire, qui eſt ici chacune des chevilles, tient à la roue. On voit auſſi que cet échappement peut être à recul ou à repos. Appliquons ces obſervations à quelques échappemens connus.

De l'Echappement à cylindre.

44. L'ÉCHAPPEMENT à cylindre eſt ainſi nommé, parce que la dernière roue agit immédiatement ſur un cylindre creux, dont l'axe eſt le même que celui du balancier. Ce cylindre eſt tellement adhérent au balancier, que l'un ne peut pas tourner ſans l'autre.

Pour avoir une idée claire du cylindre dont il eſt ici queſtion, con-

cevons que dans le rectangle $AA'a'a$ (*fig.* 17) on trace l'exagone $efghik$, & qu'après l'avoir découpé & ſéparé du rectangle, on enveloppe de ce qui reſte la ſurface convexe d'un cylindre, de manière que les deux lignes Aa & $A'a'$ ne faſſent qu'une ſeule & même ligne droite, qu'on retire enſuite le cylindre enveloppé pour ne conſerver que ſon enveloppe, on aura une eſpèce d'écorce de cylindre (*fig.*14) qui eſt ce que les horlogers appellent un cylindre.

Il ne faut pas conclure de là que pour faire un cylindre il ſuffit de ſuivre le procédé indiqué ci-deſſus, un tel uſage ſeroit vicieux. Auſſi tous les ouvriers percent d'abord un cylindre ſuivant ſon axe, puis ils le tournent, le découpent comme il convient, & chaſſent enſuite les bouchons qui portent l'axe.

45. La roue d'échappement a ſes dents très-déliées. L'eſpace d'une dent à l'autre eſt une échancrure circulaire (*figure* 15); à l'extrémité de chacune des dents s'élève perpendiculairement au plan de la roue une petite colonne qui porte un priſme peu épais, *fig.* 19. dont la baſe eſt triangulaire.

46. Le cylindre doit être tellement diſpoſé, par rapport à la roue d'échappement, qu'avant que la machine ſoit montée, l'une ou l'autre de ſes lèvres ſe trouve en priſe avec l'un quelconque des priſmes dont eſt garnie chaque dent de cette roue. Dès qu'on bande le reſſort, le priſme xz qui tend à tourner dans le ſens $abcd$, pouſſe la lèvre du cylindre B & le fait tourner dans le ſens fgh, dès qu'il ceſſe d'agir ſur le cylindre, il rencontre ſa ſurface concave ſur laquelle il ſe repoſe, tandis que le balancier continue à ſe mouvoir dans le même ſens en vertu du mouvement acquis.

La force élaſtique du reſſort ſpiral fait retourner le balancier, & par conſéquent le cylindre en ſens contraire : le même priſme rencontre l'autre lèvre du cylindre ſur laquelle il agit, comme ſur la première : dès que ce priſme eſt échappé, le ſuivant rencontre la ſurface convexe du cylindre ; la roue s'arrête juſqu'à ce que ce ſecond priſme agiſſe ſur le cylindre, comme a fait le premier.

On voit que la pièce principale de l'échappement tient ici à la der-

nière roue, cette pièce eſt l'un quelconque des priſmes dont elle eſt garnie. En effet, chacun d'eux agit par l'une de ſes faces ſur un point de la lèvre du cylindre qui eſt ici la pièce ſecondaire. Quant au frottement ſur l'une quelconque des ſurfaces du cylindre, il n'a lieu que pendant le repos, c'eſt-à-dire, dans le tems que la roue n'agit point ou ne doit point agir ſur le balancier.

Si nous faiſons bien attention à cet échappement, nous verrons que, quelque différent qu'il paroiſſe au premier coup-d'œil de celui dont nous avons parlé, *figure* 23, ces deux échappemens reviennent au même, quant à la manière ſuivant laquelle la roue d'échappement agit ſur le régulateur, & qu'ils ne diffèrent l'un de l'autre que par la manière ſuivant laquelle ſe fait le repos.

En effet, concevons que le cylindre s'anéantiſſe, en ſorte qu'il n'en reſte plus que les lèvres qui frottent ſur les priſmes dont eſt garnie la roue d'échappement; ſupprimons même ces lèvres, & mettons à leur place deux petites chevilles. Suppoſons que le balancier, auquel il ne reſte plus qu'un de ſes pivots, tourne auſſi librement que s'il les avoit tous deux, (ſi l'on a de la peine à m'accorder cette demande, j'obſerverai qu'on peut regarder le pivot qui reſte comme une verge très-déliée qui entre dans un canon dans lequel elle a la liberté de tourner ſans frottement & ſans jeu.)

Cela ſuppoſé, il eſt clair que le point *D*, *figure* 23, peut repréſenter l'une de ces chevilles, & la courbe *FG* la face frottante de l'un des priſmes dont eſt garnie la roue d'échappement, que la cheville *D*, ſuppoſée d'abord en *f*, ſera pouſſée par la paroi du canal *FG* de la même manière que la lèvre du cylindre, lorſqu'elle eſt chaſſée par la face frottante de chacun des priſmes de la roue d'échappement. Il n'eſt pas moins clair qu'à la fin de la levée cette cheville ſe trouvera en *g* (obſervons que lorſque la cheville *D* eſt en *f* quelqu'un des points *FHK* &c. eſt dans l'arc *AB*, & lorſqu'elle eſt en *g* c'eſt quelqu'un des points *GIL* &c. qui s'y trouve) & aura parcouru l'arc de levée *fg* dans le ſens *fg*; que l'autre cheville qui n'eſt point repréſentée dans la *figure* 23 aura parcouru un arc égal

à *fg* dans le ſens *gf*, c'eſt-à-dire, en s'approchant du centre de la roue, que par conſéquent elle ſe trouvera en quelqu'un des points de l'arc *Ff* prolongé autant qu'il ſera néceſſaire, & qu'elle ſera pouſſée de *f* en *g* par la face frottante du priſme qui agira ſur elle à-très-peu-près de la même manière, ſuivant laquelle la cheville *D*, ſuppoſée d'abord en *g*, l'eſt de *g* en *f* par l'une des parois du canal *GH*. Il y a donc une analogie très-marquée entre l'échappement à cylindre & celui de la *figure* 23 quant à la communication du mouvement.

47. On ſent que le côté de chaque priſme qui frotte ſur les lèvres du cylindre doit être tel que tandis qu'il pouſſe l'une quelconque de ces lèvres, la roue tourne le plus uniformément qu'il eſt poſſible.

Si nous connoiſſions la loi ſuivant laquelle agit la force élaſtique du reſſort ſpiral, nous pourrions déterminer la nature de la courbe *xz* par la méthode de l'article 40; mais nous ne pouvons la connoître que par voie d'expérience, ou faire pluſieurs hypothèſes parmi leſquelles nous choiſirons celles qui s'accordent le plus avec l'expérience.

Si nous ſuppoſons cette force conſtante, la courbe cherchée ſera celle de la *figure* 5; mais il s'en faut que cette hypothèſe ait lieu dans la nature. L'intenſité du reſſort augmente ou diminue à meſure qu'il eſt plus ou moins bandé.

Si la force élaſtique du ſpiral, au lieu d'être conſtante, croît ou décroît comme les ordonnées d'un triangle, nous aurons pour la courbe *xz* une courbe tranſcendante qui ſe décrira comme celle de la figure cinquième, & à laquelle la courbe du genre parabolique que nous avons trouvée (*art.* 42) ſervira de courbe auxiliaire. Cette courbe aura quatre branches inégales & diſſemblables.

48. Si la roue qui agit ſur le cylindre étoit ſans-ceſſe en mouvement, il faudroit néceſſairement que ce mouvement fût uniforme; mais elle eſt tantôt en mouvement & tantôt en repos, & le tems de ſon repos eſt plus conſidérable que celui de ſon mouvement. On voit donc que ſans s'embarraſſer de la nature de ce mouvement, il

ſuffit de faire en ſorte que la durée de chacun des mouvemens auxquels elle eſt ſoumiſe ſoit conſtamment la même, ainſi que la durée de chacun de ſes repos. Or il eſt évident que cette condition ſera remplie ſi l'on fait en ſorte que tandis que le cylindre eſt pouſſé par la roue déchappement, ſon mouvement ſoit ſemblable à celui de cette roue. La courbe qu'il convient de donner dans cette hypothèſe à la ſurface priſmatique qui agit ſur le cylindre, eſt une courbe tranſcendante qui ſe décrit comme la figure cinquième, & à laquelle la droite AE (*fig.* 8) doit ſervir de courbe auxiliaire. Cette courbe aura encore quatre branches inégales & diſſemblables. Imaginons que la figure cinquième repréſente cette courbe, les deux branches ſupérieures à l'arc BAB' ſont celles dont nous avons beſoin; mais ces branches étant évidemment inégales & diſſemblables, & la branche AE exprimant la courbure qu'on doit donner au côté $x\zeta$ du priſme pour qu'il pouſſe ſans-ceſſe la lèvre ζ du cylindre, en tournant d'un mouvement ſemblable à celui du cylindre, tandis que la branche AE'' exprime celle qu'on doit donner au même côté $x\zeta$ pour qu'il agiſſe de la même manière ſur l'autre lèvre y; il s'enſuit que l'une quelconque des impulſions que reçoit le balancier ne ſauroit être rigoureuſement égale à la ſuivante; car, pour que cette égalité eût lieu, il faudroit que chacune des faces priſmatiques qui agiſſent ſur le cylindre, après avoir communiqué au balancier une certaine quantité de mouvement, changeât tout-à-coup de courbure pour lui imprimer le même mouvement en ſens contraire; ce qui eſt impoſſible.

Il exiſte pourtant de bonnes montres à cylindre. La raiſon en eſt qu'une grande vibration étant ſuivie d'une plus petite, il doit en réſulter une compenſation ſuffiſamment exacte pour la pratique.

49. Nous avons vu qu'à l'extrêmité de chacune des dents de la roue d'échappement s'élevoit une petite colonne portant un priſme, dont une face agit ſur chacune des lèvres du cylindre. Ne pourroit-on pas lui en faire porter deux, l'un vers le bas de la colonne ou dans le plan même de la roue, l'autre vers le haut? Voyez la *figure* 20; alors

alors on pourroit donner à chacun des côtés XZ, $x\zeta$ la courbure qui lui convient. Ces deux priſmes agiroient alternativement ſur le cylindre, & tandis que l'un d'eux pouſſeroit l'une des lèvres du cylindre, l'autre entreroit dans une petite entaille pratiquée dans cette même lèvre, exprès pour lui donner paſſage ; il ne ſeroit pas même néceſſaire de faire au cylindre une nouvelle entaille que celle qui y eſt déja, parce que quand le priſme XZ frotte ſur la lèvre du cylindre qui n'eſt point échancrée, l'autre priſme $x\zeta$ n'y touche pas.

Cette addition d'un ſecond priſme n'eſt bonne que dans la ſpéculation ; car ſi l'on obſerve que dans cet échappement l'arc de levée eſt très-petit par rapport à l'arc de vibration, on verra que l'une de ces courbes doit différer infiniment peu de l'autre, & que toutes les deux peuvent ſe confondre ſenſiblement avec une ligne droite. Auſſi les horlogers prennent le meilleur parti quand ils donnent une forme plane à la face frottante de chaque priſme. Le priſme alors peut être regardé comme un coin que l'on introduit dans la fente d'un corps pour en écarter les parties & les ſéparer, ou comme un plan incliné ſur lequel on fait gliſſer un corps pour le ſoulever. On pourra donc appliquer ici la théorie du coin ou du plan incliné, & l'on verra que, ſoit que l'on regarde ce priſme comme un demi-coin, c'eſt-à-dire, comme un coin dont l'un des côtés paralleles ſeroit un triangle rectangle, ſoit qu'on le conſidère comme un plan incliné dont la longueur eſt ici la face frottante de chaque priſme, la hauteur eſt la face du priſme qui, étant prolongée, paſſeroit par l'axe de la roue, & la baſe la face du priſme qui joint les deux autres ; l'on verra, dis-je, que la force tranſmiſe à la roue par le moteur eſt à l'effort qu'elle fait pour écarter l'une des lèvres du cylindre comme la hauteur du plan eſt à ſa baſe. D'où l'on voit que ſi le priſme, conſidéré comme un plan incliné, eſt tel que ſa baſe ſoit double ou triple de ſa hauteur, la roue exercera ſur la lèvre du cylindre un effort double ou triple de la force qui lui eſt tranſmiſe. Dès que le priſme a ceſſé d'agir, il ſe repoſe ſur l'une des

ſurfaces du cylindre ; cependant le balancier continue ſa vibration dans le même ſens, juſqu'à ce que la réſiſtance occaſionnée par le frottement du priſme qui s'appuie ſur la ſurface du cylindre, jointe à celle qu'oppoſe le reſſort ſpiral, aient anéanti le mouvement qu'il a acquis dans ce ſens ; alors le ſpiral, qui agit toujours ſur le balancier, le fait tourner en ſens contraire, & le priſme qui frotte toujours ſur la ſurface du cylindre, oppoſe une réſiſtance au mouvement du balancier, & pourroit bien l'anéantir ſi le frottement qui réſulte de la preſſion du priſme ſur le cylindre venoit à l'emporter ſur l'intenſité du ſpiral. Il faut donc que la roue d'échappement ne produiſe qu'une foible preſſion ſur le cylindre, & que la forme du priſme ſoit telle, qu'en vertu du peu de force qu'a la roue, il réſulte ſur la lèvre du cylindre une impulſion capable d'entretenir les vibrations du balancier. Donc, parmi toutes les inclinaiſons qu'on peut donner à la face frottante de chaque priſme, il en exiſte une qui doit produire le plus grand effet poſſible ſur le balancier, (la face de la roue d'échappement, & par conſéquent la preſſion de chaque priſme ſur la ſurface du cylindre étant la plus petite poſſible.) Il paroît au premier coup-d'œil, que chaque priſme doit être très-aigu. Mais en faiſant chacun de ces priſmes trop aigu, on rend l'arc de levée trop petit, & la lèvre du cylindre qui ſe ſouſtrait à l'impulſion de ces priſmes, peut très-bien s'en écarter de manière que la face frottante de ceux-ci n'agiſſe point ſur elle. Il faut donc donner à la face frottante de chacun de ces priſmes autant d'inclinaiſon qu'il eſt néceſſaire, pour qu'elle pouſſe la lèvre du cylindre par chacun de ſes points, mais pas davantage. L'expérience ſeule peut donner cette inclinaiſon.

De l'Echappement à chevilles.

50. L'ÉCHAPPEMENT à chevilles eſt ainſi nommé, parce que le régulateur eſt mis en mouvement par le moyen de chevilles dont eſt garnie la roue d'échappement, & qui agiſſent ſur des courbes qui

tiennent à l'axe du balancier. Pour ſe faire une idée de la manière ſuivant laquelle ces courbes ſont attachées à l'axe, que l'on conçoive deux cônes droits tronqués à baſes paralleles; qu'on attache ces cônes à une petite colonne, de ſorte que l'axe de cette colonne ſoit parallele à l'axe commun des cones, & que ces cones ſoient oppoſés l'un à l'autre par leur plus grande baſe; qu'on adapte environ au tiers de cette colonne, un priſme peu épais fait en forme de virgule, de ſorte que les baſes de ce priſme ſoient paralleles à celles des cônes, que le côté de cette virgule ſur lequel doit agir la cheville paſſe par l'axe commun des cônes, & qu'au point où il eſt coupé par cet axe on pratique une eſpèce de talon pour ſervir de repos à la cheville. Qu'on élève ſur la baſe du cône le plus éloigné de la virgule, parallélement à la colonne qui joint les deux cônes, & le plus loin qu'il eſt poſſible de cette colonne, une autre colonne de même épaiſſeur & dont la hauteur ſoit le tiers de la première. Qu'on faſſe porter à cette ſeconde colonne une ſeconde virgule parallele à la première, mais différemment tournée, on aura un corps tout-à-fait irrégulier que j'appellerai curvigeſte. Voyez les *figures* 16, 18 & 21. La *figure* 16 repréſente ce ſolide, vu de manière qu'on diſtingue toutes les parties qui le compoſent. La *figure* 18 eſt la coupe de ce corps faite ſuivant l'axe du curvigeſte. La *figure* 21 repréſente la coupe du même corps faite perpendiculairement au même axe. Fig. 16.

51. LA roue d'échappement eſt garnie de chevilles qui s'élevent alternativement l'une d'un côté, l'autre de l'autre du plan de la roue. Cette roue eſt évidée, comme on le voit dans la *figure* 22, pour que la colonne qui joint les deux cônes du curvigeſte puiſſe entrer dans les vuides qu'on y a pratiqué. La roue eſt logée entre les deux virgules, en ſorte que tantôt elle agit ſur la virgule ſupérieure, tantôt ſur la virgule inférieure.

52. LE curvigeſte & le balancier doivent avoir un axe commun & être tellement adhérent l'un à l'autre, que l'un ne puiſſe pas tourner ſans l'autre. Fig. 21. *bis*.

53. LES courbes du curvigeſte doivent être telles que, ſi l'on

mène une tangente à chacune d'elles à l'origine de ces courbes, c'eſt-à-dire, au point où elles rencontrent l'axe du balancier, ces deux tangentes ſoient paralleles entre elles.

54. LE curvigeſte doit être tellement diſpoſé, par rapport à la roue d'échappement, que lorſque toute la machine eſt en repos, les tangentes, dont je viens de parler, ſoient paralleles à celle qu'on ménéroit du centre de la cheville qui eſt en priſe, au cercle que décrit cette cheville; car ſi ces trois tangentes n'étoient pas paralleles entre elles, la cheville agiſſant au centre du curvigeſte ne tendroit à produire qu'une preſſion ſur les appuis de cet axe. Dès qu'on bande le reſſort, la cheville ſort de ſon repos, la virgule ſe trouve en priſe & eſt pouſſée par cette cheville, qui oblige par-là le balancier à tourner ſur ſon axe. Dès que cette cheville eſt échappée, la ſuivante entre dans ſon repos au centre de l'autre virgule, & le balancier continue à ſe mouvoir. La force élaſtique du ſpiral le fait tourner en ſens contraire. Cette ſeconde cheville ſort de ſon repos, agit ſur la ſeconde virgule, & ainſi de ſuite.

La pièce principale de l'échappement tient ici au balancier, c'eſt le curvigeſte; & la pièce ſecondaire tient à la roue d'échappement, c'eſt chacune des chevilles dont elle eſt garnie.

Cet échappement revient au même que celui de la *figure* 24. En effet les courbes FG & fg (*figure* 24) peuvent être diſpoſées, de manière qu'étant prolongées au-delà des points G & g, elles paſſent par l'axe du balancier, dont le point C eſt la projection, & cet axe peut être lui-même placé, de manière qu'il rencontre la circonférence que décrit un point de l'axe de chacune des chevilles, & qu'il la coupe perpendiculairement au plan de la roue d'échappement, les chevilles peuvent être tellement diſtantes l'une de l'autre que quand l'une d'elles ceſſe d'agir ſur l'une des courbes FG ou fg, la ſuivante rencontre l'autre courbe fg ou FG au point C, ſur lequel elle s'arrêtera néceſſairement, puiſque ce point n'a aucun mouvement de tranſlation, & qu'il tourne ſeulement ſur lui-même. Ainſi tout ce que nous avons dit des échappemens qui ſont repréſentés

figures 23 & 24, peut s'appliquer encore ici, excepté ce qui concerne la manière ſuivant laquelle ſe fait le repos.

55. ON peut encore obſerver, relativement à la courbure des virgules, que ſans avoir égard à la nature du mouvement de la roue, il faut que l'une d'elles étant pouſſée loin du centre de la roue ſuivant une loi quelconque, l'autre ſoit ramenée vers ce centre ſuivant la même loi.

Si nous voulons que tandis que l'une des chevilles de la roue, en agiſſant ſur l'une quelconque des virgules, décrit un arc d'un nombre de degrés donné, un point de cette même virgule décrive un arc d'un même nombre de degrés; la courbure de l'une des deux virgules doit être celle d'un cercle d'un rayon égal à celui de la roue, & la courbure de l'autre doit être celle d'un cercle d'un rayon égal au tiers de celui de la même roue, (*art.* 31) ſi nous voulons que l'eſpace augulaire, parcourru par la roue, ſoit les deux tiers de celui que parcourt chacune des virgules, la courbure de l'une de ces virgules ſera celle d'un cercle d'un rayon égal à la moitié du rayon de la roue, & celle de l'autre ſera celle d'un cercle d'un rayon égal au quart de la même roue.

On trouvera de même les courbures des virgules ſuivant d'autres hypothèſes au moyen de la table qui ſuit.

Eſpaces angulaires parcourus par un point de l'une des virgules.	*Eſpaces angulaires parcourus par l'une des chevilles de la roue.*	*Rayons de courbure de la virgule attirée vers le centre.*	*Rayons de courbure de la virgule pouſſée loin du centre.*
n	$2\,n$	infini.	$\frac{1}{2}\,(r)$
$2\,n$	$2\,n$	r	$\frac{1}{3}\,(r)$
$3\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{2}\,(r)$	$\frac{1}{4}\,(r)$
$4\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{3}\,(r)$	$\frac{1}{5}\,(r)$
$5\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{4}\,(r)$	$\frac{1}{6}\,(r)$
$6\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{5}\,(r)$	$\frac{1}{7}\,(r)$
$7\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{6}\,(r)$	$\frac{1}{8}\,(r)$
$8\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{7}\,(r)$	$\frac{1}{9}\,(r)$
$9\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{8}\,(r)$	$\frac{1}{10}\,(r)$
$10\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{9}\,(r)$	$\frac{1}{11}\,(r)$
$11\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{10}\,(r)$	$\frac{1}{12}\,(r)$
$12\,n$	$2\,n$	$\frac{1}{11}\,(r)$	$\frac{1}{13}\,(r)$

La lettre n repréſente un nombre de degrés quelconque, & la lettre r le rayon de la roue, c'eſt-à-dire, la diſtance du centre de cette roue, ou centre de l'une des chevilles.

56. IL doit y avoir, ainſi que nous l'avons remarqué, un talon à l'origine de chacune des courbes. Ce talon doit faire avec la tangente, menée à l'origine de la courbe à laquelle il appartient, un angle aſſez aigu pour que la virgule dans ſa rotation ne laiſſe point ſortir la cheville de ſon repos, & aſſez obtus pour que, lorſque l'une des chevilles échappe, la ſuivante entre ou ſoit bien près d'entrer dans le repos. On ſatisfera à ces deux conditions en faiſant le talon, de manière qu'il faſſe avec la tangente en queſtion un angle de 135°, ainſi qu'on le voit dans la *figure* 21 *bis*.

57. SI l'on jette un coup-d'œil ſur la *figure* 22, on verra que la cheville *a* eſt en repos à l'origine de la virgule inférieure, (j'appelle virgule inférieure, celle qui paſſe en deſſous de la roue d'échap-

pement ; virgule ſupérieure, celle qui paſſe en deſſus. Je n'ai pas deſſiné ces virgules. Je me ſuis contenté de décrire les courbes qui indiquent les côtés de ces virgules, ſur leſquelles agiſſent les chevilles de la roue.)

On verra pareillement que la cheville *b* eſt en repos à l'origine de la courbe ſupérieure.

Que la cheville *c* & la cheville *d* ſont ſur le point de ſortir de leur repos.

Que la cheville *e* attire vers le centre la virgule inférieure.

Que la cheville *f* chaſſe loin du centre la virgule ſupérieure.

Que la cheville *g* entre dans le repos de la virgule inférieure à l'inſtant où la cheville *h* vient de quitter la virgule ſupérieure.

Que la cheville *h* eſt bien près d'entrer dans le repos de la virgule ſupérieure au moment où la cheville *i* quitte la virgule inférieure.

Que la cheville *k* entre dans le repos de la virgule ſupérieure un inſtant après que la cheville *l* a quitté la virgule inférieure.

Enfin à la ſeule inſpection de la dent *lm*, on verra que les échancrures, qui ſont pratiquées des deux côtés de cette dent, permettent au balancier de parcourir quatre cents trente degrés dans ſa vibration, mais pas davantage &c ; que durant cette vibration la cheville ne ſauroit ſortir de ſon repos, tant qu'il n'y aura pas de jeu dans les pivots du balancier ni dans ceux de la roue.

Cet échappement a beaucoup d'avantages ſur l'échappement à cylindre, le frottement ſur le repos qu'on doit toujours regarder comme une force qui tend à arrêter le mouvement du balancier, agit ici ſur un bras de levier nul, & par conſéquent ne peut altérer qu'inſenſiblement la vîteſſe du régulateur, au lieu que dans l'échappement à cylindre le frottement ſe fait, tantôt ſur la ſurface convexe, tantôt ſur la ſurface concave du cylindre. Il agit donc ici ſur des bras de leviers finis & inégaux, puiſqu'ils diffèrent l'un de l'autre de l'épaiſſeur de l'écorce cylindrique ; mais ſi l'échappement à chevilles procure au balancier le plus de liberté qu'il eſt poſſible, il exige tant de ſoins, tant de préciſion, tant de délicateſſe dans ſa conſtruction, qu'elle devient d'une difficulté preſque inſurmontable.

Je pourrois donner ici la deſcription de pluſieurs échappemens à repos différens de ceux dont je viens de parler. J'en ai imaginé pluſieurs ; mais après avoir analyſé ſcrupuleuſement leurs défauts & leurs avantages, j'ai vu qu'ils ne valoient pas mieux que ceux qu'on connoît. Je n'en ferai aucune mention, & je finirai par la deſcription d'un nouvel échappement à ancre.

De l'Echappement à ancre.

58. CET échappement eſt ainſi nommé, parce que les premiers de cette eſpèce qu'on a imaginé reſſembloient aſſez imparfaitement à un ancre de vaiſſeau, & quoique ceux dont on fait uſage maintenant ne reſſemblent nullement à un ancre, on leur a pourtant conſervé le même nom.

Fig. 25 & 26. On donne à la principale pièce de cet échappement la forme d'une eſpèce de compas, dont les pointes ſont pliées comme celles d'un compas ſphérique. Les deux règles *AD* & *GH* ne ſont pas dans un même plan. Elles ſont ſituées dans des plans dont la diſtance eſt aſſez grande pour que la roue à chevilles puiſſe ſe mouvoir entre ces plans. Voyez les *figures* 23 & 24. La règle *ABCD* eſt coudée à pluſieurs retours d'équerre, afin qu'elle n'arrête pas les chevilles à leur paſſage. Ces deux règles ſont ſerrées l'une ſur l'autre au centre *C*, afin qu'elles ne puiſſent pas ſe mouvoir l'une ſans l'autre. Elles tiennent à la fourchette du pendule qui ſe meut avec elles.

La principale pièce de cet échappement tient au régulateur, c'eſt l'aſſemblage des deux demi-ancres *AB*, *HG*; & la pièce ſecondaire tient à la roue d'échappement, c'eſt chacune des chevilles dont elle eſt garnie.

Cet échappement eſt préciſément le même que celui de la *figure* 24.

59. LE jeu de cet échappement eſt bien aiſé à concevoir. Lorſque le pendule ſe meut dans le ſens *DH*, la cheville *m* gliſſe ſur l'arc *F m* qui a ſon centre au point *C*; lorſqu'il retourne dans le ſens *HD*, elle gliſſe encore ſur le même arc juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée au

point

point F, alors elle gliſſe ſur la courbe FE, accélère le mouvement du pendule, & lorſqu'elle eſt arrivée en E, la cheville ſuivante m', qui eſt de l'autre côté du plan de la roue, rencontre l'arc KL ſur lequel elle gliſſe. Cependant la roue reſte immobile juſqu'à ce que cette ſeconde cheville agiſſe ſur la courbe KI, comme a fait la première ſur la courbe FE.

On voit que le frottement qui s'exerce ſur les arcs KL & Fm eſt une force qui tend à ralentir le mouvement du pendule, que cette force eſt ſenſible, qu'elle agit ſur un bras de levier fini, & que par conſéquent elle peut, dans certains cas, abſorber le mouvement du régulateur, & faire arrêter la machine. Il ſeroit donc à ſouhaiter qu'on pût éviter ce frottement. C'eſt ce que j'ai cherché, & ſi je m'abuſe, je crois avoir trouvé un moyen de l'éviter en partie. Voici en quoi il conſiſte.

60. Concevons que l'axe de l'ancre, repréſentée dans les *fig.* 23 & 24, porte en outre deux eſpèces de rateaux tels que $abcdef$ qui aient la liberté de tourner ſur cet axe indépendamment de l'ancre, (voyez les *figures* 28 & 29.) Que l'arc ff' du rateau ſoit plus élevé que l'arc FF' de l'ancre; que le talon y du rateau porte une goupille y qui, rencontrant le talon $C'D$ de l'ancre empêche, la courbe fe d'aller plus loin que FE. Que derrière la partie $GHIKL$ de l'ancre il y ait un rateau ſemblable à $adeff'$, l'aſſemblage des deux rateaux & de l'ancre compoſera la principale pièce de l'échappement dont je veux parler. Fig. 27 & 28.

61. Le jeu de cet échappement n'eſt pas plus difficile à concevoir que celui du précédent.

Chacun des rateaux tend toujours à prendre une poſition telle que ſon centre de gravité, ſoit dans la verticale ZN qui paſſe par le point C, mais la goupille dont il eſt garni l'oblige à ſuivre le mouvement de l'ancre. Lorſqu'une des chevilles échappe, la ſuivante tombe ſur la partie ſupérieure du rateau, le frottement ſuſpend le mouvement du rateau qui ſoutient la cheville, l'empêche de frotter ſur l'ancre, & permet au pendule d'achever librement ſon oſculation. Pendant l'oſ-

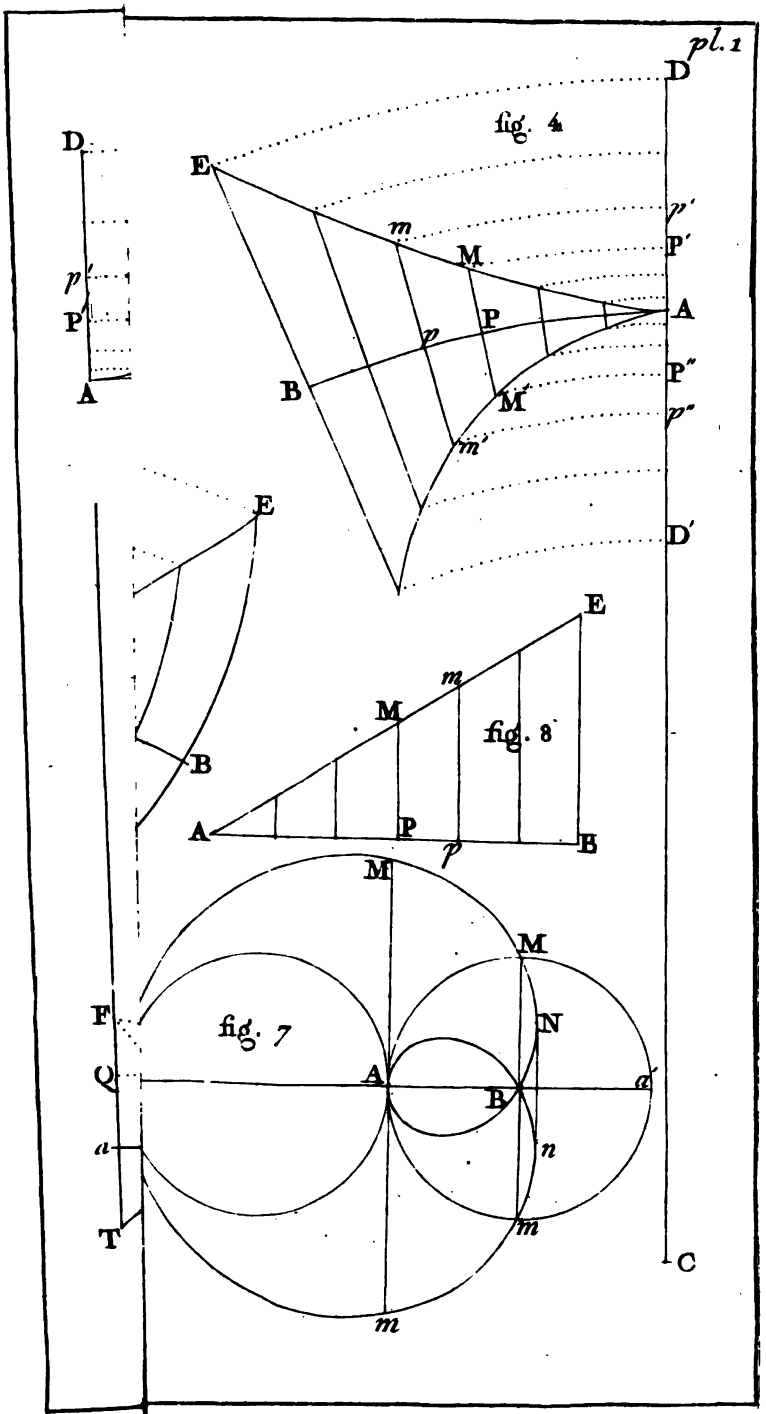
culation ſuivante, l'ancre revient ſur ſes pas, rencontre la goupille du rateau dont le mouvement eſt ſuſpendu par le frottement. Ce rateau laiſſe échapper la cheville dont il ſuſpendoit le mouvement, & la roue devenue libre, agit ſur la courbe de l'ancre & entretient le mouvement du pendule.

Quant à la courbure qu'on doit donner à *FE* & à *IK*, on voit aiſément que la courbe qui lui convient eſt celle qui eſt repréſentée dans la figure cinquième; mais ſi l'on obſerve que nous n'avons beſoin que d'une très-petite partie de cette courbe, & que la ligne droite eſt l'élément de toutes ſortes de courbes, on verra qu'on peut lui ſubſtituer une petite ligne droite, ou ſi l'on veut un petit arc de cercle.

Il me reſteroit encore bien des obſervations à faire ſur les échappemens. Je ne le puis maintenant, parce que mes occupations ne me permettent pas, d'ici au mois de Janvier, de faire bien des expériences que j'ai en vue. Auſſi-tôt que je ſerai un peu plus libre, je m'occuperai plus ſérieuſement de l'horlogerie; je retoucherai ce Mémoire, qui n'eſt que le fruit d'un travail interrompu. Je prendrai la liberté de préſenter à la Société les additions que j'y aurai faites.

Si pourtant cet eſſai, dans le foible état où il eſt à préſent, mérite l'attention de cette Académie; quel que ſoit ſon ſort, je ne regretterai pas le tems qu'il m'a coûté, & j'aurai atteint mon but.

pl. 1



pl. 2

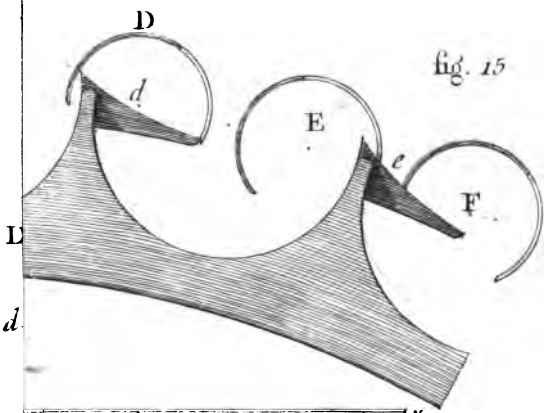


fig. 15

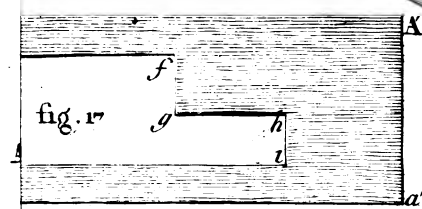


fig. 17

fig. 16

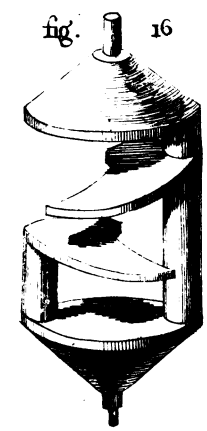


fig. 18

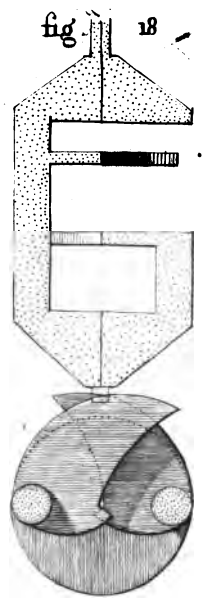
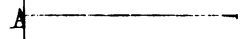


fig. 21



pl. 3

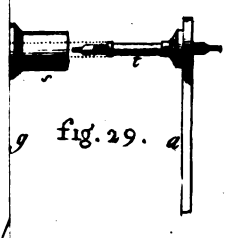


fig. 29.

fig. 23

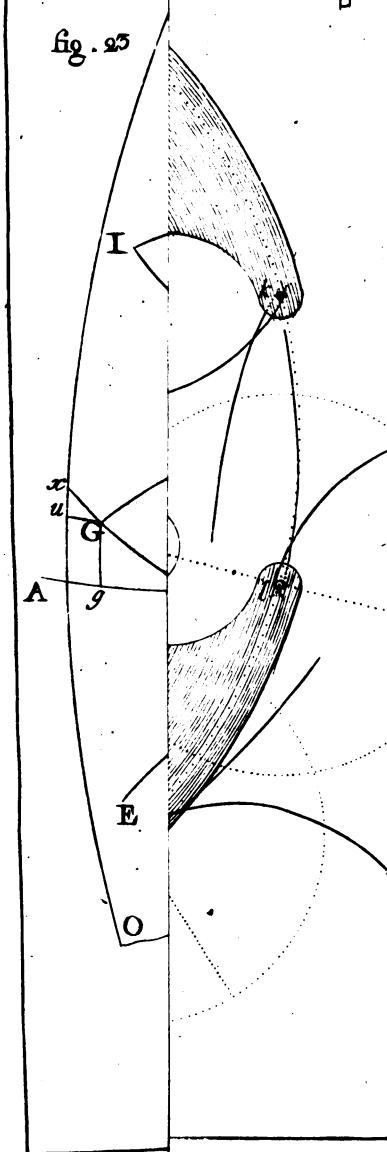
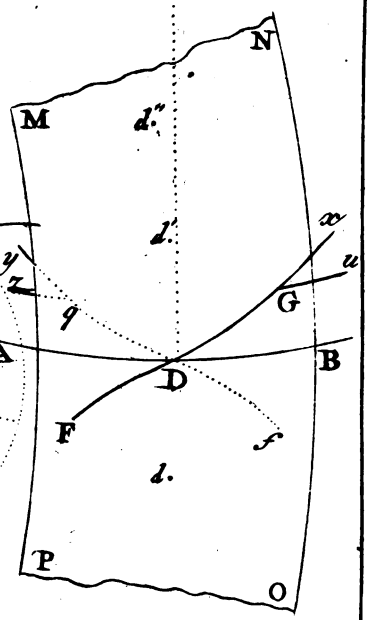
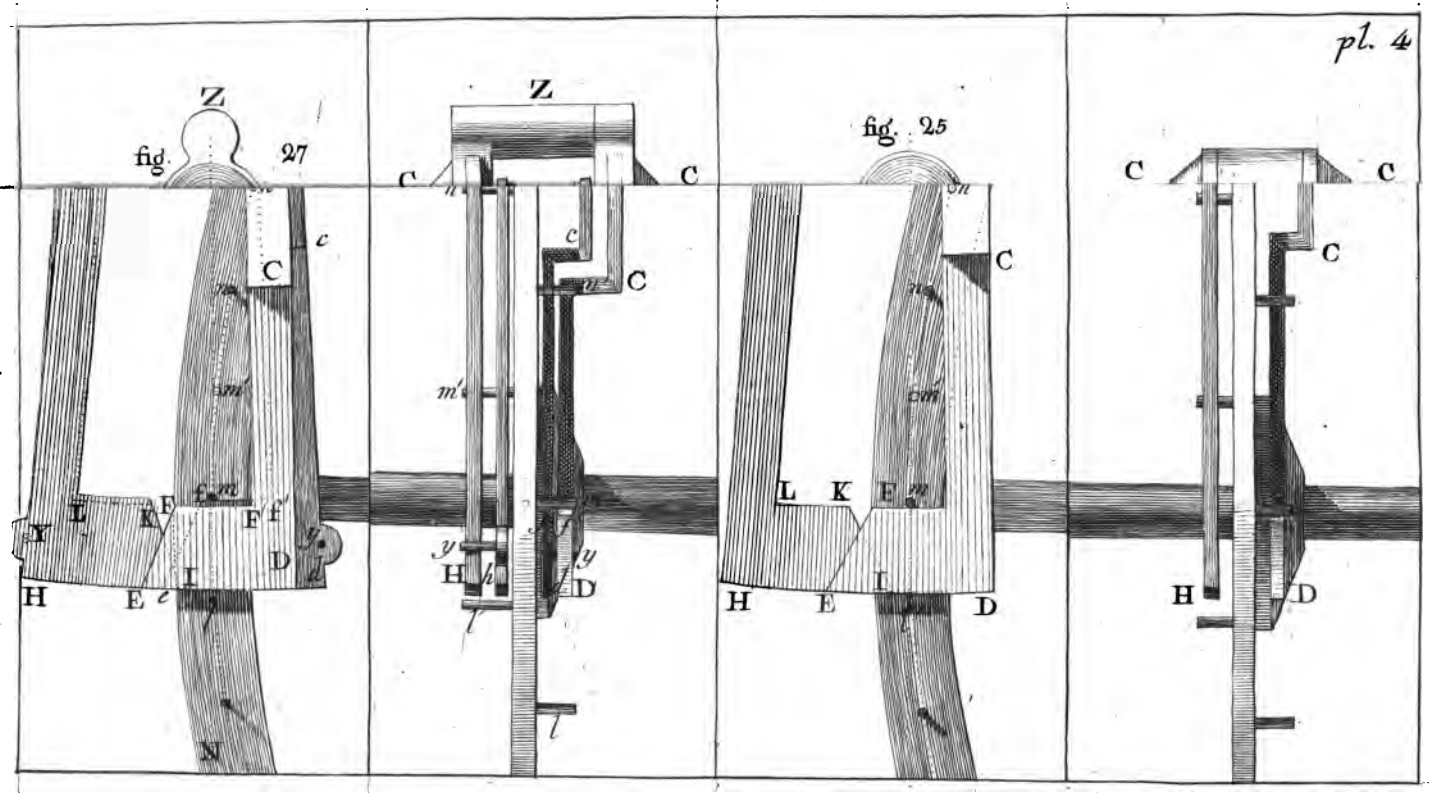


fig. 24




Z
fig. 27
C
c
m
m'
L
K
F
f
D
H
E
I
N
Z
C
C
c
C
m'
y
H
h
y
D
l
l
fig. 25
m
C
m
m'
L
K
E
H
E
L
D
C
C
C
H
D

MEMOIRE

De M. PIERRE-ANDRÉ CHAMBRIER,

Maître Orfévre, Natif de Genève, qui a remporté la moitié du Prix proposé par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts, dans ſes Programmes du 1 Juillet 1776 & du 1 Décembre 1777.

Labor improbus omnia vincit.

QUESTION.

La Société avoit proposé en 1776 une Queſtion ſur la manière de perfectionner le Laiton, & de remplacer celui qui eſt connu ſous le nom de Cuivre jaune de chaudière. *Elle n'a reçu qu'un ſeul Mémoire ſur ce ſujet, & elle a eu le regret de ne pouvoir pas le couronner.*

La Société propoſe de nouveau cette importante Queſtion aux recherches des Artiſtes; elle prie ceux qui voudront s'en occuper, de ſe procurer une connoiſſance exacte du meilleur Laiton de chaudière, *qui doit être toujours leur objet de comparaiſon, & de conſulter des Horlogers inſtruits & jaloux de la perfection des matières qu'ils emploient; elle les prévient encore qu'il eſt néceſſaire d'uſer de quelque moyen pour affiner le grain après la première fuſion, & pour rompre la criſtalliſation produite par le refroidiſſement, afin de pouvoir employer ce Métal aux pièces les plus délicates de l'Horlogerie, ſans courir le riſque de les rompre.*

La Société continue donc à demander deux bandes de Laiton, dont chacune ait ſix pouces de longueur, un pouce & demi de largeur, & trois lignes d'épaiſſeur au moins, qui rempliſſent les conditions ſuivantes,

ſavoir : Que les parties de ce Métal ſoient homogènes & bien liées ; que, forgé à froid pendant long-tems avec les ſoins requis, il acquière le plus de dureté & d'élaſticité poſſibles, ſans ſe fendre ni s'écailler ; qu'il préſente à la caſſure des grains fins, égaux, & d'une belle couleur jaune ; que dans les épreuves qu'en feront les Artiſtes, il puiſſe ſe diviſer en petites parties ſans qu'elles ſe détachent ; & qu'enfin il ſoutienne l'action du Mercure au dorage, ſans ſe tourmenter ni ſe déſunir.

L'Artiſte qui aura produit ces piéces de Laiton, expoſera ſes procédés dans un Mémoire, en déſignant l'eſpèce de Cuivre rouge dont il ſe ſera ſervi pour cela.

IL ſemble d'abord qu'il eſt facile de répondre à la queſtion propoſée en 1776 & renouvellée en 1777 par la Société des Arts de Genève : ſur la compoſition d'un Laiton, qui ne laiſſe rien à deſirer aux artiſtes Horlogers dans l'emploi qu'ils peuvent en faire : mais on n'y penſe pas long-tems ſans appercevoir bientôt les obſtacles nombreux qu'il faut ſurmonter ; on a beſoin d'un Zinc très-pur, l'alliage qu'il peut y avoir nuit pour l'ordinaire au Métal dont il eſt une partie : il en eſt de même du Cuivre, dont il y a des eſpèces qui ne ſauroient donner un bon Laiton ; enfin, il faut avoir recours à des manipulations indiſpenſables, & qu'on ne peut tenir que de la main d'une longue expérience.

Je ne dirai rien auſſi des moyens par leſquels on tire le Cuivre hors de la mine, ou le Zinc hors de la pierre calaminaire, on en trouve dans le commerce avec leſquels on peut faire du Laiton propre aux pièces délicates de l'Horlogerie : mais je dois ajouter, qu'une foule d'expériences m'a appris l'impoſſibilité de compoſer toujours un Laiton parfaitement ſemblable, ſi l'on ſuit les procédés dont on ſe ſert dans les travaux en grand ; la quantité du Zinc qui s'unit au Cuivre n'eſt jamais la même, & le Laiton qu'on aura fait ainſi n'aura plus la même élaſticité : c'eſt cet inconvénient que j'ai cherché à ſur-

monter, & voici les moyens que j'ai trouvé les plus convenables pour en venir à bout ; ce ſont ceux que j'ai ſuivi pour faire les plaques de Laiton jointes à ce Mémoire.

Je crois d'abord avoir éclairci par mes expériences, ſuivant les vues du Programme de 1776, les doutes élevés ſur l'action des graiſſes pour améliorer le Laiton, & par conſéquent je fais voir que la préférence qu'on donne aux vieux vaiſſeaux de Cuivre pour avoir du bon Laiton, n'eſt pas due à l'uſage qu'on peut en avoir fait, mais à leur compoſition primitive.

Ayant pris une petite Caſſerole de Cuivre jaune, qui m'a paru être faite avec un Laiton très-commun, je l'ai expoſée pleine d'huile à un feu capable de tenir l'huile en ébullition, & à diverſes repriſes elle a éprouvé pendant un mois conſécutif l'action de ce feu ; j'ai expoſé enſuite un morceau de cette Caſſerole peſant 8 gros & 9 grains à l'action combinée du feu, de l'air, & de la graiſſe pendant ſix mois ; au bout de ce tems, le poids du morceau de la Caſſerole mis en expérience, étoit diminué de 5 grains & demi ; mais malgré tout cela le morceau de Cuivre jaune coupé à la Caſſerole, & qui avoit paſſé par toutes ces épreuves, ne valoit pas mieux que le reſte de la Caſſerole, qui n'y avoit pas été expoſé.

Je me ſuis aſſuré outre cela, qu'il eſt auſſi facile de trouver du bon Laiton dans les vaiſſeaux neufs que dans ceux qui ont ſervi long-tems ; d'où il réſulte qu'il n'y a que la pureté des métaux qu'on emploie, & ſur-tout celle du Zinc, qui puiſſe fournir un Laiton d'une qualité parfaite, & qu'il ſoit toujours facile de compoſer de la même manière & avec le même ſuccès.

Le Laiton que je vous préſente n'a cependant point encore acquis le titre d'un Laiton parfait ; mais je ſuis aſſuré, par mes expériences & par celles de pluſieurs Artiſtes, qu'il eſt ſupérieur au Laiton qu'on emploie généralement dans l'Horlogerie.

Les plaques du Laiton, ſoumiſes à votre jugement, ſont ſans aucune de ces préparations propres à maſquer ſa vraie nature, & qui auroient pu tromper ſur la perte qu'il y auroit à faire en le fabriquant ;

elles ſont ſemblables au Laiton que le commerce fournit ordinairement aux Artiſtes pour l'Horlogerie.

J'ai fait l'analyſe de divers Laitons pour connoître les rapports du Cuivre & du Zinc dont ils étoient compoſés. Voici les principaux réſultats.

Première Expérience.

J'AI pris 12 gros du meilleur Laiton de chaudière, je l'ai tenu en fuſion pendant une heure & demie; au bout de ce tems j'ai lieu de croire que tout le Zinc doit s'être volatiliſé; j'ai trouvé alors au fond du creuſet un culot de Cuivre peſant 7 gros 56 grains, auxquels il faut ajouter 36 grains pour la perte du Cuivre volatiliſé pendant l'opération, comme je le prouverai plus bas; d'où il réſulte

Que le Cuivre contenu dans ce Laiton étoit	8 gros	20 grains.
Et le Zinc	3	52
Poids du Laiton de chaudière	12	—

Seconde Expérience.

Douze gros de moyenne qualité, ayant été traités par les mêmes procédés, m'ont fourni en Cuivre	6 gros	48 grains
Pour la perte du Cuivre volatiliſé	—	31
Zinc	4	65
Poids du Laiton	12	—

Troiſième Expérience.

Douze gros du Laiton le plus caſſant, traités par les mêmes procédés, m'ont donné en Cuivre	4 gros	60 grains.
Pour la perte du Cuivre volatiliſé	—	25
Zinc	6	59
Poids du Laiton	12	—

Quatrième Expérience.

AYANT fait du Laiton compoſé de 8 gros de Cuivre & de 4 gros de Zinc, je l'ai traité comme les précédens, & j'ai obtenu un culot de Cuivre peſant 7 gros 35 grains; d'où il réſulte qu'il y a eu une perte réelle de 37 grains de Cuivre pendant l'opération: c'eſt après cette expérience, que j'ai calculé la perte du Cuivre dans les opérations précédentes.

Mais je dois reconnoître que ces expériences ſont ſujettes à varier, & que les réſultats ne ſont pas toujours parfaitement ſemblables: ainſi, par exemple, ſi le Laiton contient beaucoup de Zinc, ou ſi l'on fait l'opération avec un feu violent, alors il y aura une plus grande quantité de Cuivre volatiliſé, que ſi le Laiton avoit contenu moins de Zinc, ou ſi le feu avoit été plus lent.

L'Artiſte qui voudra analyſer du Laiton doit donc comparer le réſultat de ſes opérations avec le bon Cuivre de roſette par la pierre de touche, mais il ne doit pas être trop ſcrupuleux pour une très-petite différence de couleur; car ce n'eſt pas à une petite quantité de Zinc qu'eſt attaché le ſuccès de ſa compoſition; cette différence peut même être d'un douzième ſans devenir nuiſible, pourvu que les autres conditions ſoient exactement remplies; ſi une once de Cuivre contient 12 grains de Zinc, ſa couleur en ſera ſenſiblement altérée, cependant cette quantité n'eſt que la vingt-quatrième partie du Zinc qu'il faut allier au Cuivre pour en faire du Laiton, & cette quantité eſt incapable de nuire à la bonté du métal fabriqué; je crois même que, dans ce cas, il vaut mieux laiſſer un peu de Zinc dans le Cuivre, parce qu'il eſt facile d'en ſuppoſer la quantité; au lieu que ſi, en voulant dépouiller entièrement le Cuivre du Zinc qui lui eſt allié, on laiſſe encore long-tems le Cuivre en fuſion après que le Zinc a été volatiliſé, il ſeroit impoſſible d'eſtimer la perte du Cuivre pendant cet intervalle, & l'erreur à laquelle on s'expoſeroit ſeroit alors pire que la première.

Deux eſpèces différentes de Cuivre m'ont également bien ſervi dans les expériences que j'ai faites ſur la compoſition du Laiton. Le Cuivre de roſette dont la livre coûte ici trois livres de France, & le Cuivre en feuilles fort minces dont la livre coûte deux livres de France, j'ai employé ce dernier pour la compoſition du Laiton que je vais décrire, parce qu'il coûte beaucoup moins, & qu'il favoriſe davantage la grande conſommation qu'on en fait continuellement.

Compoſition du Laiton.

PRENEZ une quantité quelconque de ces feuilles de Cuivre, dont l'épaiſſeur eſt la même que celle d'une pièce de deux ſols de france; enduiſez-les avec une matière compoſée de parties égales de ſuif & de noir de fumée, pour prévenir leur calcination avant la fuſion; ployez-les de manière à leur donner le plus petit volume; placez-les dans un creuſet avec deux parties de tartre en poudre & une de poix-réſine; rempliſſez le creuſet en le couvrant avec un mêlange de trois parties de charbon pilé groſſièrement, une partie de poix-réſine, & une de tartre; procédez à la fonte; jettez la matière en fuſion de manière à la réduire en grenailles très-fines & très-égales, ce qui s'opère en verſant le métal fondu dans un baquet plein d'eau qu'on agite avec un balai. Il faut encore néceſſairement purifier le Zinc avant de l'employer, & le meilleur procédé pour en venir à bout eſt celui qui eſt indiqué dans la Docimaſie de Cramer : il conſiſte à faire fondre dans un creuſet le Zinc du commerce dont la livre coûte 40 ſols de France; quand il ſera en bonne fuſion, il faut y projetter du ſuif & du ſoufre en poudre, les remuer promptement avec une baguette de fer enduite d'une terre glaiſe mêlée avec un peu de ſable fin; alors ſi le Zinc n'eſt pas pur, il ſe formera des ſcories nageant à la ſurface, qu'il faut enlever à meſure qu'elles y paroiſſent; on continuera de projetter du ſuif & du ſoufre, de même que de remuer les matières, juſques à ce que le ſoufre ne formant plus aucune ſcorie, brûle librement ſur la ſurface du Zinc; enfin, il faut jetter alors le Zinc en grenailles

nailles comme le Cuivre. Cette méthode eſt fondée ſur la petite affinité du Soufre avec le Zinc, & ſur la grande affinité de ce même Soufre avec le Fer, & les autres corps alliés au Zinc ; dans le mêlange, ces corps étrangers & ſur-tout le Fer, qui nuiſent tant à la perfection du Laiton, quittent le Zinc, & ſe portent ſur le Soufre qui les change en ſcories. Après avoir ainſi purifié le Cuivre & le Zinc, prenez quatre marcs du Cuivre en grenailles, que j'ai décrit, & deux marcs de Zinc purifié ſuivant le procédé de Cramer, & réduit auſſi en grenailles ; alors mettez dans le fond d'un creuſet, au moins à l'épaiſſeur d'un pouce, une poudre compoſée de trois parties de charbon en poudre groſſière, une partie de poix-réſine & une partie de tartre ; ſur cette poudre, qui doit être ſerrée, placez un lit de Zinc, couvrez-le d'un lit de la même poudre, que vous couvrirez de même par un lit de Cuivre, ſuivi par un lit de poudre, enſuite par un autre lit de Zinc, puis par un autre lit de Cuivre, en ſtratifiant toujours de cette manière la poudre, le Zinc & le Cuivre, tant que vous aurez du métal à placer dans le creuſet ; mais obſervez cependant qu'il faut faire en ſorte que le dernier lit ſoit compoſé de Cuivre, & recouvert par un lit fort épais de la poudre preſcrite ; après cela fermez, auſſi bien qu'il ſera poſſible, le creuſet avec ſon couvercle, enſuite procédez à la fonte : puis quand une flamme bleue paroîtra, ce qui annonce la fuſion de la matière, vous agiterez le mêlange à pluſieurs repriſes avec une baguette, & le coulerez enſuite dans une lingotière fermée, ou dans un moule de ſable bien ſec ; mais il importe toujours d'ôter, autant qu'on peut, au métal le contact immédiat de l'air pendant qu'il eſt fondu, & d'employer une lingotière ou un moule très-chaud. Il faut même encore laiſſer refroidir la fonte dans la lingotière où elle aura été jettée, ſans la faire communiquer avec l'air extérieur.

Quand la fonte ſera refroidie, on doit la couper en morceaux, qui puiſſent facilement être arrangés dans un creuſet, dont le fond aura été rempli par un lit de la poudre décrite ; il eſt même encore néceſſaire d'en couvrir le métal qui remplit le creuſet, alors on doit procéder à la fonte & couler la matière bien remuée dans les moules

qu'on jugera à propos, pourvu qu'on ait un grand ſoin de la garantir dans ce moment, autant qu'il ſera poſſible, du contact immédiat de l'air extérieur.

Par ces procédés on aura le Laiton que je vous préſente; une once de cette compoſition contient environ cinq gros & deux tiers de Cuivre & deux gros & un tiers de Zinc; les retailles & la limaille de ce Laiton peuvent être refondues pluſieurs fois ſans perdre beaucoup de leur qualité primitive, pourvu qu'on ait ſoin, en les refondant, de les mêler dans le creuſet, avec une grande quantité de la poudre indiquée, pour prévenir la volatiliſation du Zinc : cependant malgré cette précaution, on voit la couleur jaune & l'élaſticité de ce Laiton, ſe dégrader inſenſiblement par la perte du Zinc, que chaque fuſion lui fait ſouffrir & qu'il eſt impoſſible d'empêcher entièrement.

Il ne ſera pas inutile d'obſerver que, lorſqu'on juge néceſſaire de recuire le Laiton pour le forger, il ne faut jamais le chauffer au point de paſſer la couleur de ceriſe, & qu'on doit toujours le laiſſer refroidir tranquillement : ces précautions ſont importantes pour conſerver au Laiton ſa ductilité.

Il eſt également important d'étudier le degré de chaleur qu'il faut pour mettre le Laiton en bonne fuſion, parce qu'une trop grande chaleur rend la matière aigre & pailleuſe : on ne ſauroit preſcrire ici aux Artiſtes aucune règle, parce que le degré de feu, néceſſaire pour fondre un certain métal, varie ſuivant les fourneaux; l'expérience ſeule peut devenir leur maître, & une attention éclairée diriger leurs opérations.

Mais s'il arrivoit que le Laiton fut gâté par une chaleur trop vive, on pourroit encore le rappeller à ſa première bonté par une fonte faite avec la poudre indiquée, qui lui rendroit le phlogiſtique qu'il auroit perdu; obſervez cependant que ce remède n'eſt pas toujours efficace.

Tous les ouvrages des Artiſtes ne demandent pas les mêmes qualités dans le Laiton qu'on y emploie : auſſi l'on peut faire pour les groſſes pieces un très-bon Laiton en le compoſant de parties égales de Cui-

vre & de Zinc : il eſt vrai qu'il n'a pas la même ténacité que le Laiton qui contient davantage de Cuivre, & qu'il eſt plus ſujet à s'éclater & à ſe gercer, quoiqu'il ſoit encore aſſez ductile.

Il m'eſt arrivé quelquefois d'eſſayer inutilement de faire du bon Laiton, en obſervant les procédés que j'ai détaillés ; mais j'ai remarqué la cauſe de ces eſſais inutiles ; elle m'a paru ſe trouver dans la nature du Cuivre qui n'avoit pas été bien purifié par la granulation ; alors je lui ai donné les qualités qu'il devoit avoir, en faiſant fondre ce Cuivre granulé avec du Borax, & en le tenant ainſi long-tems dans une bonne fuſion. Quand il s'eſt refroidi dans le creuſet, il faut enlever avec la lime toute la ſurface du culot à l'épaiſſeur d'environ un quart de ligne, puis le faire fondre de nouveau, le jetter en grenailles, par ce moyen il ſera propre à faire un très-bon Laiton.

Mes expériences me font croire, qu'il convient de proſcrire le ſel de potaſſe hors des atteliers où l'on fabrique le Laiton, quoiqu'il facilite beaucoup la fuſion du Cuivre ; mais je ſuis certain qu'il donne de mauvaiſes qualités au Laiton, à moins que ce ſel de Potaſſe ne ſoit parfaitement purifié.

Tel eſt le fruit de mes recherches ſur la queſtion propoſée par la Société des Arts ; ſi je n'ai pas le bonheur de mériter ſon ſuffrage, j'ai l'eſpérance de profiter, avec le public, des lumières qui ſeront répandues ſur ce ſujet par ceux qui auront mieux fait que moi.

ESSAI
SUR CETTE QUESTION.

Quelle eſt la meilleure méthode d'établir & d'entretenir les Prés naturels & artificiels, relativement aux diverſes plantes qui les compoſent; & quels ſont les moyens de détruire les plantes, inſectes, & autres animaux qui leur ſont nuiſibles?

Patriæ ſim idoneus, utilis agris,
Utilis bellorum & pacis rebus gerendis.
JUVENAL, *Sat.* XIV.

Le Comité d'Agriculture, en imprimant ce Mémoire, auquel il a adjugé la moitié du prix décerné pour la queſtion qui en eſt l'objet, a cru devoir ſupprimer quelques paſſages inutiles, ajouter des notes qui ſerviſſent d'explication au texte dans les endroits qui lui ont paru en avoir beſoin, & retrancher abſolument toute la partie concernant l'effet du gyps ſur les prés, comme ne répondant point à ſa demande & à ſon attente.*

J'APPELLE *pré naturel*, celui qui eſt compoſé de plantes que l'homme n'a point ſemées. Ces plantes ſont de différentes eſpèces, les unes hâtives, d'autres tardives; celles-ci retardent le moment de la récolte, ce qui fait que ces Prés ne ſe fauchent d'ordinaire que deux fois par an.

L'on a imaginé qu'avec un peu plus de dépenſes & de ſoins, & en ne compoſant un Pré que de plantes hâtives d'une bonne eſpèce, on pourroit faire des coupes plus fréquentes & augmenter ainſi les récoltes; de-là l'origine des *Prés artificiels*.

* Les Notes annoncées par des chiffres ſont de l'Auteur; celles annoncées par des lettres ont été miſes par ordre du Comité.

On donne ce nom à ceux qui ſont ſemés de plantes choiſies, qui demandent un certain ſoin & ne durent que quelques années, au bout deſquelles la nature, qui tend toujours à reprendre ſes droits ſur les uſurpations de l'art, couvre elle-même le ſol de plantes (qu'on peut par cette raiſon appeller *naturelles*) à meſure que celles qui avoient été ſemées périſſent: ainſi le Pré artificiel devient naturel. Tel a été probablement le ſort de tous les Prés naturels que nous connoiſſons.

Pour mettre de l'ordre dans mes idées ſur la queſtion propoſée par la Société établie à Genève pour l'encouragement des Arts & de l'Agriculture, je diviſerai cet eſſai en deux parties.

La première traitera, de la manière d'établir les Prés artificiels & naturels.

La ſeconde, des procédés néceſſaires ou utiles pour les entretenir. Ici ce que j'aurai à dire ſur le dernier objet de cette queſtion, *les moyens de détruire les plantes, inſectes & animaux nuiſibles*, trouvera ſa place naturelle.

PREMIERE PARTIE.

De la manière d'établir les Prés artificiels & naturels.

Comme les Prés naturels ſont compoſés d'un nombre indéterminé d'eſpèces de plantes, il me paroît plus ſimple de commencer par traiter de l'établiſſement des Prés artificiels, qui ne doivent être compoſés que d'un nombre fixe & déterminé de ces mêmes eſpèces; mais par préliminaire, je donnerai ici la nomenclature & une deſcription abrégée des plantes employées dans ce but.

§. I. Nomenclature & deſcription des plantes employées pour la compoſition des Prés artificiels.

Elles ſont en petit nombre & ſe rangent ſous deux claſſes, celle des *graminées* & celle des *papillionacées*. Car juſques ici ce n'a été que dans ces deux claſſes qu'on a pris les eſpèces dont on a compoſé les Prés; parce qu'en effet, elles contiennent une quantité conſidérable de parties farineuſes, ſavoureuſes & nutritives.

Les Papillionacées portent des ſemences plus grandes, & donnent

un fourrage plus abondant à cauſe des branches latérales qu'elles pouſſent de tous côtés ; elles ſont d'ailleurs très-vivaces & compenſent largement, par leur produit annuel, les ſoins plus grands qu'il faut prendre de leur culture.

Les Graminées ont une tige ſimple ſans branches ; elles forment des touffes près de terre. De bons Agriculteurs préférent leur fourrage à celui des papillionacées, qui contiennent une trop grande quantité d'air & de parties ſavoureuſes. Elles ont de plus l'avantage de conſerver leurs feuilles en ſéchant, tandis que les papillionacées les perdent, & font un grand déchet ſur le pré, en les chariant, & dans la feniére même.

Gramens cultivés.

Voici les eſpèces cultivées qui appartiennent à la claſſe des Gramens.

I. *Pleum caule recto ſpicis longiſſimis calycibus ciliatis oblique truncatis.* Haller, *Hiſtoria Helveticarum Stirpium.* Ce gramen croît ſpontanément dans la Suiſſe & aux environs de Genève, dans les endroits humides & même marécageux ; ſa tige s'élève à la hauteur de trois pieds, & quelquefois plus haut encore ; ſes feuilles ſont fort larges : c'eſt le plus grand & le meilleur des gramens. On doit prendre garde de ne pas le confondre avec le ſuivant qui ne vaut pas la peine d'être cultivé.

II. *Pleum caule imo bulboſo declinante glumis calycinis oblique truncatis.* Haller, ibid. n°. 1530. Quoiqu'il ſoit très-petit & très-mince, quelques Agriculteurs l'ont pris pour le premier.

III. *Lolium radice perenni Locuſtis contiguis octiſloris.* Haller, ibid. n°. 1416. Les variétés de ce gramen pourroient être cultivées, & l'ont même été, ſoit en Angleterre, ſoit en Suiſſe, où il croît ſpontanément ; mais comme il n'a guère qu'un pied de hauteur, il n'en vaut pas la peine.

IV. L'un des meilleurs gramens, *le Fromental* des François, *avena diantha floſculis baſi villoſis majori ariſtâ geniculatâ.* Haller, ibid. n°. 1492, eſt très-commun en Suiſſe, ſa tige eſt haute de trois à quatre pieds ; ſes feuilles ſont rudes au toucher, & larges d'environ trois lignes. Cette plante dure de quatre à dix ans, & peut être fauchée

juſques à trois fois dans les bonnes années ; cependant on ne la cultive guère en Suiſſe. (*a*)

Je ne crois pas que, dans ce pays, on ait eſſayé d'autres gramens que ceux-là, avec quelqu'eſpèce de ſuccès, ſi ce n'eſt peut-être une plante venue d'Amérique, connue ſous le nom de *Bird-graſs*, à laquelle il paroît qu'on renonce auſſi, pour cultiver les ſuivantes, qui ſont d'un bien plus grand rapport.

Plantes papillionacées.

I. *La Luzerne. Medica caule erecto foliis oblonguis ſerratis racemis erectis ſiliquis planis iterato contortis.* Haller, ibid. 382. Cette plante, qui nous eſt venue des pays chauds, eſt univerſellement cultivée, & depuis très-long-tems en Europe. Sa tige eſt haute de deux à trois pieds, ferme, droite & rameuſe. Elle ſe diſtinguera facilement des autres plantes de la même claſſe, par ſa ſilique liſſe, applatie, contournée deux ou trois fois à courbures peu diſtantes. (1) (*b*)

II. *Le Trefle. Trifolium caule obliquo foliis ovatis, hirſutis, ſupremis, conjugatis, vaginis ariſtatis.* Haller, ibid. croît ſpontanément dans toute la Suiſſe, même ſur les hautes montagnes. Sa tige eſt couchée à terre, rameuſe, longue pour l'ordinaire de plus d'un pied. Ses feuilles ſont aſſiſes au nombre de trois ſur des pétioles très-courts ; ſa ſilique eſt ovale, ſa ſemence large & uniforme. Cette plante eſt aſſez connue, pour qu'une plus ample deſcription ſoit inutile.

On cultive en Angleterre *Trifolium caul. rep. ſpicis glabris calycib. ſericis ampullaſcentibus.* Haller, ibid. On dit qu'en Irlande il eſt quelquefois haut de ſept pieds. On y cultive encore *Trif. ſpicis ſtrepentibus ovatis denſiſſimis caulibus diffuſis.* Haller, ibid. Les Anglois font grand cas de cette plante, qui ne dure cependant qu'une année.

(*a*) Son fourrage eſt trop dur, & le bled réuſſit difficilement après cette plante.

(1) *Medica caule diffuſo capitulis hæmiſphæricis ſiliculis ramifor*, eſt une eſpèce extrêmement baſſe, très-connue en Suiſſe, ſans y être cultivée.

(*b*) *La Luzerne, Medica, &c.* eſt connue dans les environs de Genève ſous le nom de *Sainfoin*, & l'*Eſparcette*, *Onobrychis*, *&c.* ſous celui de *Pelagra* ; mais ce dernier nom eſt inconnu en France ; où la première de ces plantes n'eſt connue que ſous ſon nom de *Luzerne* ; & la ſeconde porte communément celui de *Sainfoin*.

On cultive auſſi, dans les Pyrenées, un autre Trefle, connu depuis peu ſous le nom de *faronche.*

III. L'ESPARCETTE ou le SAINFOIN, (2) *Onobrychis caule erecto ramoſo floribus ſpicatis.* Haller, ibid. Sa racine eſt longue & vivace; ſes tiges droites, rameuſes, hautes de plus d'un pied. On la diſtingue principalement par ſes feuilles aîlées de huit à dix paires à nervures obliques, tronquées par le haut, le nerf ſe terminant en pointe; les ſtipules lancéolées finiſſant en fil; & par le fruit qui eſt comprimé, ovale, & couvert d'une écorce épineuſe.

Outre les plantes des trois genres dont nous venons de parler, on pourroit encore cultiver avec ſuccès quelques plantes du genre des *hedyſarum* & des *coronilla.*

On cultive en Flandres *Alſine foliis linearibus verticillatis ſeminibus rotundis.* Haller, ibid. Son nom uſité eſt *Eſpargoute.*

Récemment on a cultivé en Angleterre *la grande pimprenelle. Pimpinella tetraſtemon ſpicâ brevi.* Haller, ibid. (3) Cette plante eſt connue en Suiſſe, & y reſte verte pendant l'hiver.

Les plantes, dont le fourrage eſt le plus exquis & qu'eſtiment le plus les habitans du *Simmenthal* & de l'*Emmenthal*, ſont une eſpèce de *plantain*, & la *mentrine.*

La première, *Plantago foliis linearibus ſpicâ oblongâ.* (Haller, ibid.) La ſeconde eſt la *Biſtorta major.*

Ces plantes compoſent les meilleurs pâturages qu'il y ait peut-être au monde, mais elles ne peuvent pas réuſſir dans les baſſes vallées; car, comme l'a obſervé *Linnæus*, les plantes qui croiſſent ſur les hautes montagnes, peuvent proſpérer dans les vallées, mais elles n'y produiſent pas de la graine, & meurent ſans ſe perpétuer.

On

(2) Le premier de ces noms vaut mieux, parce que c'eſt ſous le nom de *Sainfoin* que cette plante a été ſi ſouvent confondue avec la *Luzerne.*

(3) M. Baker en a ſemé des Prés qui lui ont très-bien réuſſi. (Voyez les Mém. de la Société Economique de Berne.)

On fait encore grand cas en Italie d'une eſpèce de ſainfoin, nommé dans le pays *Sulla*. (*c*)

Enfin j'ai lu, dans un Journal, qu'un Agriculteur propoſe la culture des *orties à fleurs blanches*, comme donnant le fourrage le plus abondant & de la plus excellente qualité, moyennant qu'on le recueille avec certains ſoins. Le ſeul inconvénient eſt qu'il faut planter les orties, ſans quoi elles ne rendent paſſablement que la troiſième ou quatrième année.

Il eſt encore quelques plantes, comme *le Melilot*, *les Poiſettes de Vienne*, *l'Orobe*, *les Poiſettes ſauvages*, *le Bled ſaraſin*, *les Raves*, *Carottes*, &c. qui pourroient tenir lieu de fourrage; mais elles ont deux grands inconvéniens, celui de ſécher mal, & celui d'avoir beſoin, comme plantes annuelles, d'être ſemées chaque année.

Il n'entre pas dans mon plan de parler de ces dernières eſpèces; & quoique je ſache que l'on a été très-content, dans divers endroits, de quelques-unes des graminées dont j'ai donné la déſignation, je n'en parlerai non plus que par occaſion; car le but de la Société paroît être principalement, que l'on traite des plantes cultivées aux environs de Genève & dans les pays qui l'avoiſinent. Une autre raiſon de mon ſilence eſt que ces plantes, ne donnant guère qu'une bonne coupe par an, ne m'ont pas paru d'un rapport aſſez avantageux pour mériter une culture particulière.

Je me bornerai donc à celles qu'on emploie le plus volontiers dans l'établiſſement des Prés artificiels & naturels, parce qu'elles donnent des récoltes plus fréquentes.

§. II. De la manière d'établir des Prés avec les plantes que nous avons déjà citées.

Lorſqu'il s'agit d'établir un Pré artificiel, ſoit que ce ſoit ſur un ſol déja occupé par un Pré, ou ſur une terre en friche, tous les bons Agriculteurs veulent qu'on les mette quelque tems en champ; d'abord, afin que la terre s'ameubliſſe par les différens labours; enſuite, pour

(*c*) *La Sulla* eſt encore peu connue dans notre pays, dont on nous annonce qu'elle ne peut ſupporter les hivers rigoureux. Les Agriculteurs des environs de Genève qui feront des expériences ſur cette plante obligeront le Comité d'Agriculture, s'ils veulent bien les lui communiquer.

avoir deux ou trois bonnes récoltes en bled; & enfin, pour faire périr les racines des plantes, qui occupoient précédemment cette ſuperficie; car un pré, remis en pré ſans intervalle, ſera toujours compoſé en grande partie des anciennes plantes qui le couvroient.

Du tems où l'on doit ſemer les graines de prairies artificielles.

Quant au tems & à la manière d'établir & d'enſemencer les prairies artificielles, les Agriculteurs ſont fort partagés. Les uns veulent qu'on sème en automne, les autres que ce ſoit au printems; les uns qu'on mêle le trèfle, la luzerne, l'eſparcette, avec de l'avoine, du bled, &c. Les autres qu'on sème ces premières graines ſeules.

La règle pour laquelle je me déciderois, ſeroit celle-ci: *toutes les plantes des prairies artificielles, la luzerne exceptée, doivent être ſemées en automne, & encore ſans mêlange d'autres graines, comme bled, avoine, &c. excepté, pour ce dernier cas, le trèfle ſeul.*

Je vais tâcher de juſtifier mon ſentiment: D'abord, quant à la première partie de la règle que j'établis, qui eſt *de ſemer en automne*, plutôt qu'au printems, ma grande raiſon eſt que l'on gagne preſqu'une année de récolte.

Les plantes ſemées au mois de Septembre ont le tems de prendre un certain accroiſſement avant l'hiver, & durant cette ſaiſon rigoureuſe, tandis qu'elles paroiſſent ne faire aucun progrès au-dehors; elles jettent des racines dans les couches inférieures & tempérées de la terre, ce qui les met, au printems, en état de faire des jets conſidérables, & de donner, dans cette première année, une aſſez bonne récolte, qui auroit été preſque perdue, ſi ces plantes avoient été ſemées au printems. Mais pour que la règle ſoit exactement vérifiée & éprouvée bonne, il faut que l'on sème au commencement de Septembre, afin que les jeunes plantes aient le tems de ſe fortifier avant l'hiver, & puiſſent réſiſter aux gelées; car la grande objection de ceux qui veulent qu'on sème au printems, eſt que les froids rigoureux font périr les jeunes plantes; ce qui arrivera très-rarement, ſi elles ont acquis une certaine force avant l'hiver.

J'ai *excepté la luzerne* de ma règle générale, parce qu'originaire de la Médie, elle craint davantage les frimats; cependant je croirois en-

core la règle de ſemer en automne bonne pour cette plante ; car les gelées tardives des mois d'Avril & de Mai, ſi l'on sème de bonne heure au printems, & les chaleurs de Juin & de Juillet ſi l'on a ſemé tard, doivent lui faire pour le moins autant de mal ſortant de ſa graine, que les froids de l'hiver, qui, ſi l'on ſuit la règle que j'ai preſcrite, ne l'attaquent que lorſqu'elle a déja pris une certaine vigueur.

Dans le cas où l'on sème au printems, ſi les gelées détruiſent la ſemaille, toute récolte eſt perdue pour l'année ; au lieu que ſi les froids de l'hiver ont produit le même effet ſur les ſemailles faites en automne, on peut ſemer de nouveau au printems le même terrein, ſans aucuns frais de labour, & en recouvrant ſeulement les ſemailles avec la herſe ; tant la terre eſt alors ameublie & ſouverainement diſpoſée à la végétation par le gel, qui a dilaté l'eau qu'elle contenoit, & diviſé ſes diverſes parcelles, mieux que le plus excellent labour n'auroit pu le faire. Pour cet effet, il faut profiter du premier beau jour après la fonte des dernières neiges ; la terre ouvre alors ſes entrailles & ſes pores à toutes les ramifications des racines des plantes.

J'ai dit, en ſecond lieu, *que les plantes dont il eſt queſtion doivent être ſemées ſeules.* La raiſon en eſt, que celles qu'on mêle nuiſent toujours plus ou moins aux plantes principales ; & que quand il eſt queſtion d'un pré, qui doit durer quinze à vingt ans, comme ceux qu'on enſemence de luzerne ; ou ſept ou huit ans, comme ceux qu'on établit en eſparcette ; il ne faut pas ſonger à un petit lucre comme celui d'une chétive récolte en bled ou en avoine ; je dis *chétive*, car je défie qu'elle ſoit bonne ſi les plantes de luzerne ou d'eſparcette ſont vigoureuſes ; & dans la ſuppoſition contraire, on ne devroit pas regarder cette récolte de bled ou d'avoine comme un pur gain, puiſqu'il eſt certain qu'une luzerne ou une eſparcette mêlée de ces graines donnera une bonne coupe de moins cette première année. (*d*)

(*d*) Contre l'idée de l'Auteur, pluſieurs Agriculteurs expérimentés aſſurent que la Luzerne & l'Eſparcette réuſſiſſent mieux mêlées d'un peu d'Avoine, pourvu qu'on ait ſoin de la couper en verd, que lorſqu'on les sème ſans aucun mêlange.

J'ai excepté le trèfle de cette ſeconde partie de la règle générale, parce que cette plante, ne ſubſiſtant guère que trois ans, ne paroît pas mériter les fraix d'une culture ſéparée; & que d'ailleurs elle réuſſit très-ſouvent malgré le mêlange. (4)

De la culture des terres qu'on convertit en prairies artificielles.

Etant une fois établi, qu'on doit ſemer au commencement de Septembre les graines des prairies artificielles & les ſemer ſeules, voyons quels procédés ſont les plus propres à en aſſurer la réuſſite. (5)

Je ſuppoſe, comme c'eſt le cas le plus ordinaire, que c'eſt un champ qu'on ſe propoſe de convertir en prairie artificielle; on commencera par le labourer immédiatement après la moiſſon; à un mois de-là, c'eſt-à-dire vers la fin d'Août, on lui donnera un ſecond labour en travers du premier, & plus profond encore s'il eſt poſſible; enſuite, profitant de la première pluie pour ſemer, on aura ſoin de recouvrir les ſemences avec la herſe, ſans ôter trop minutieuſement les touffes des racines du bled; il en doit reſter peu ſi le mois d'Août a été pluvieux, & celles que la herſe n'enlève pas, pourriſſant bien-tôt en terre, font d'ailleurs une eſpèce d'engrais.

Si j'emploie une terre épuiſée par une récolte auſſi hâtive que celle du bled, & qui ne paroît pas convenir à des plantes, qui exigent un

(4) L'argument de ceux qui veulent que l'on ſeme les graines d'Eſparcette & de Luzerne en les mêlangeant, eſt que les plantes de bled & d'avoine mettent les jeunes pouſſes à l'abri des trop grandes chaleurs; mais ſouvent ces mêmes plantes étouffent celles qu'elles ne devoient que conſerver; & d'ailleurs ſi, ſelon ma méthode, on ſême de bonne heure en Automne, les jeunes plantes auront acquis, avant les chaleurs, des racines aſſez profondes pour n'en pas redouter l'effet. J'ai arraché, au mois de Juin, des plantes de Luzerne ſemées en Septembre précédent; preſque toutes leurs racines avoient déja ſix à huit pouces de longueur.

(5) Dans le paſſage ſuivant, je ne parle d'aucune eſpèce d'amendement, ni de laiſſer repoſer la terre une année avant de la ſemer. Le premier article s'entend ſans qu'il ſoit beſoin d'en parler, vu que je ne m'attache ici qu'à décrire la méthode d'établir un Pré la plus ſimple & la moins diſpendieuſe; & quand au ſecond, il me paroît que, dans un pays où les denrées ſont à un prix auſſi haut que dans le pays de Vaud & les environs de Genève, un Cultivateur intelligent, & dont les terres ſont aſſez bonnes, doit toujours préférer de les fumer & les cultiver ſans ceſſe, à les laiſſer repoſer.

bon terrein, comme celles dont il eſt ici queſtion, c'eſt que ces jeunes plantes, pendant les premiers mois, ne demandent pas une grande quantité de ſucs nourriciers; il ne leur faut que de l'eau. J'ai fréquemment obſervé que, dans ces premiers tems, il n'y a pas de différence ſenſible entre des ſemences jettées ſur un terrein bien fumé, & celles qui le ſont ſur un terrein qui ne l'eſt pas; & même un Agriculteur a cru remarquer que les froids faiſoient plus de mal aux jeunes plantes de luzernes fumées, qu'à celles qui ne l'avoient pas été; ſoit que le fumier leur procure une ſurabondance de ſucs qui les rend plus délicates & plus ſenſibles; ſoit que les vapeurs, qui s'élèvent en plus grande quantité d'un terrein fumé, leur ſoient nuiſibles dans ce tems-là.

Le fumier eſt abſolument néceſſaire au printems, à moins que le terrein ne ſoit excellent par lui-même, ou qu'il n'ait été labouré profondément à la pêle, ou même défoncé à la profondeur de deux pieds; dans ces cas, on pourra attendre à l'année ſuivante pour en faire uſage. Le bon tems pour le charrier eſt celui d'un fort gel, qui empêche que les pieds des chevaux & les roues des tomberaux n'endommagent les plantes, & ne crêvent la ſuperficie; & le meilleur tems pour l'étendre eſt, ſelon moi, les premiers beaux jours du mois de Mars; il fait alors merveille ſur ces jeunes plantes, dont les racines ſe ſont fortifiées pendant l'hiver, & qui ſont accoutumées à une terre peu ſucculente.

Pour ſemer en automne, il faut qu'un Agriculteur ſoit doué d'un certain tact, qui lui faſſe ſaiſir le tems favorable: la réuſſite dépend de-là. Semez huit jours plutôt, ſemez huit jours plus tard, vous aurez de grandes différences. En général, il faut ſe garder de le faire, ſi le terrein n'eſt pas humecté profondément; & ſi le mois de Septembre s'écoule, ſans qu'il y ait une pluie abondante, il faut renvoyer juſques au printems. Si les graines tombent ſur une terre sèche ou légérement humectée, ou (ce qui eſt pis encore), qui sèche lorſqu'une fois les germes ſe ſont développés; le ſoleil, qui eſt encore fort chaud au mois de Septembre, brûle & deſsèche ces jeunes plantes, de façon qu'il n'en reſte preſque rien.

Mais après des pluies conſidérables, vous pourriez ſemer même en Août; bien ſûr alors que, ſoit l'humidité qui environne vos graines, ſoit les roſées (6), très-abondantes dans ce mois, ſoutiendront & feront proſpérer vos jeunes plantes, juſqu'à ce que les chaleurs ſoient diminuées. Si l'on n'a ſemé à la fin d'Août qu'après des pluies peu abondantes, la réuſſite eſt fort caſuelle; elle dépendra d'une autre pluie aſſez forte dans le mois de Septembre.

On a beaucoup parlé, il y a quelques années, d'une nouvelle méthode, donnée par M. Thull, pour ſemer les plantes dont nous parlons. Elle a eu un grand ſuccès dans pluſieurs provinces de France.

L'Auteur fonde ſa méthode ſur ce principe, que la terre pour être fertile, a beſoin de fréquens labours, ſoit pour faciliter l'introduction & la formation des différens ſels végétatifs, ſoit pour extirper les plantes étrangères à celle qu'on cultive; & ſa théorie eſt juſtifiée par l'expérience, qui nous fait voir, que les prés de luzerne, par exemple, commencent à ſe dégrader dès la cinquième ou ſixième année, quoique la plante qui les compoſe puiſſe durer plus de vingt ans bien cultivée.

M. Thull veut, en conſéquence de ce principe, qu'on sème ces plantes par ſillons diſtans d'un pied, ce qui donnera la facilité de ſarcler la terre entre ces ſillons, & d'arracher les plantes étrangères. Il prétend qu'un pré établi de cette manière rapportera plus, qu'il faudra la moitié moins de graine pour le ſemer, & que la luzerne, le trèfle, &c. dureront preſque le double.

Je n'ai pu eſſayer encore cette méthode; mais je me propoſe de le faire, & je ne doute pas de ſa parfaite réuſſite. Quoiqu'elle faſſe plus

(6) La roſée eſt produite par les vapeurs que la chaleur fait élever d'une terre humide. Pendant le jour elles ne peuvent s'attacher à la ſuperficie de la terre, plus chaude alors que les couches inférieures de l'air qui l'environnent; elles s'élèvent & ſe diſſolvent facilement dans cet air échauffé des rayons du ſoleil. La nuit ces mêmes vapeurs continuent à s'élever de la terre, qui a conſervé une partie de ſa chaleur; mais, ne trouvant plus qu'un air froid qui dépoſe lui-même une partie de l'eau qu'il contenoit, elles s'attachent à la ſuperficie, & ſur-tout aux plantes rafraîchies par le froid de la nuit, & s'y condenſent comme au chapiteau d'un alembic.

de fraix que les procédés ordinaires ; je ne crois pas qu'on y doive regarder, dans un pays où les fourrages ſont à un prix très-haut, ſi d'ailleurs la récolte eſt plus abondante. (7)

Juſques ici j'ai traité en général de la culture des trois plantes dont on compoſe les prés artificiels ; je vais ajouter quelques détails ſur chacune d'elles priſes ſéparément.

De la Luzerne

Tournefort dit que la luzerne eſt rafraîchiſſante, propre à calmer les ardeurs du ſang, excellente pour refaire les beſtiaux qui ſont tombés dans une grande maigreur. Cette plante épuiſe moins que les deux autres la ſuperficie du terrein : ſa racine pivotante & profonde va chercher ſa nourriture dans les couches inférieures, ce qui fait que le bled vient à merveille après elle. C'eſt, je crois, de toutes les plantes des prés celles qui donne la plus abondante récolte ; il n'eſt pas rare qu'elle rende ſoixante-dix à quatre-vingts quintaux par poſe de quatre cents toiſes (e) chaque année. Elle ne réuſſit point dans les terres fortes, ni dans celles qui ſont trop légères. Elle s'accommode cependant d'une terre ſablonneuſe ; mais il lui faut ſur-tout une couche profonde de terre végétative, à cauſe de la profondeur de ſes racines. L'on doit ſemer de 15 à 18 livres * de graine par poſe. Cette graine doit être choiſie colorée, liſſe & bien nourrie. Souvent les Payſans qui la recueillent, pour gagner davantage, font ſécher au ſoleil les tiges qui la portent, afin que les graines encore vertes, ſéchant d'une manière forcée, puiſſent ſe ſéparer de la plante, & augmenter la quantité de la récolte ; mais ces mauvaiſes graines ſe diſtinguent facilement par leur blancheur jaunâtre & par les rides qui les couvrent.

Le bon moment pour faucher cette plante, eſt celui où les boutons à fleur commencent à prendre forme ; la tige de cette plante n'eſt pas encore durcie, & elle fait un excellent fourrage, qu'on doit cependant avoir ſoin de tenir au moins deux mois dans la fenière, avant de le donner au bétail.

(7) Ceux qui voudront apprendre les détails de cette méthode, conſulteront *le Recueil de piéces économiques*, Genève 1764.

(e) La toiſe aux environs de Genève a huit pieds de France.

* La livre dont on parle ici eſt celle de Genève.

La luzerne ſurabonde en ſucs nourriciers, & peut être dangereuſe ſeule; auſſi les Agriculteurs conſeillent-ils de la mêler avec du foin de prés naturel, ou de la paille, avant de la faire manger.

Il faut ſe garder de la donner fraîche, & ſur-tout mouillée; les beſtiaux la dévorent alors avec la plus grande avidité, & en mangeroient juſques à en crever.

Il arrive plus ſouvent à cette plante qu'au trèfle & à l'eſparcette de ſouffrir des gelées tardives du printems. Dans le cas où l'on voit l'extrêmité des tiges pendre en bas, & les feuilles jaunir, il ne faut pas héſiſter de faucher promptement; elle ne feroit que dépérir, & les nouveaux jets qui pouſſeront auront bien vîte remplacé cette premiére coupe.

Il faut faucher de même, dès qu'on s'apperçoit que l'herbe de la luzerne jaunit avant que les boutons à fleur aient paru : cette maladie eſt cauſée par des chenilles qui rongent les tiges, & que la faux ſeule peut faire diſparoître. (*f*)

Du Trèfle. Le trèfle croît ſpontanément en Suiſſe. On le trouve par-tout dans les plaines, & j'en ai vu ſur les plus hautes montagnes; mais il eſt quelquefois ſi petit, qu'on ne le prendroit pas pour la plante que nous cultivons; alors il ne produit pas de fleurs.

Il demande un terrein bon & gras. (8) On perdroit ſon tems à le ſemer en mauvaiſe terre. Il rapporte, toutes choſes d'ailleurs égales, un

(*f*) Comme la Luzerne, le Trèfle, l'Eſparcette abondent en ſucs nourriciers, & que leur végétation eſt encore très-forte lorſqu'on les coupe, on peut avoir à craindre que leur fourrage ne fermente dans la fenière, quoiqu'il n'ait été ſerré que dans l'état de la plus parfaite ſéchereſſe apparente. Cette fermentation produit ſouvent la moiſiſſure & la putridité réelle du foin, & quelquefois elle a été aſſez forte pour cauſer des incendies.

On pare à cet inconvénient, lorſque le tems le permet, en laiſſant deux nuits de ſuite ſur le pré ce fourrage, en meulons aſſez gros, pour que la fermentation s'opère en partie, après quoi on l'étend & l'on a ſoin de ne le ſerrer que parfaitement ſec.

(8) M. Stapfer raconte que ſe trouvant en Octobre 1760 près du Birfeld, terrein fort ſtérile, il vit un trèfle fort épais, haut de plus d'un pied, qui avait déja été fauché deux fois. Il fut fort étonné d'apprendre du propriétaire qu'il n'en avoit

un quart moins que la luzerne, & demande plus de ſoins qu'elle, pour être fané eſt recueilli à propos. Il sèche plus difficilement, & la moindre pluie qui tombe quand il eſt coupé le fait noircir & lui ôte beaucoup de ſa ſaveur & de ſon prix. Il dure beaucoup moins que cette première plante; mais auſſi, pour un beau pré artificiel de celle-ci, vous en trouverez facilement deux ou trois de trèfle.

Quoiqu'il demande une terre meilleure que celle qui ſuffit à la luzerne, il eſt cependant moins délicat qu'elle, & réſiſte mieux aux hivers rudes. Il donne plutôt qu'elle de belles récoltes, étant dans toute ſa force la ſeconde année, tandis qu'elle ne l'atteint qu'à la quatrième ou cinquième.

La meilleure graine de trèfle ſe tire des Pays-Bas & de la Flandre, celle des environs de Genève eſt très-bonne. En général elle eſt jaune, rouge, ou noirâtre. La première eſt la meilleure, la dernière la moins bonne.

Il faut à l'apparence que la graine ſoit luiſante, nourrie & ſans pouſſière, de peur qu'il ne s'y trouve quelque ſemence de *cuſcute*, (connue chez nous ſous le nom de *rache*). Huit ou dix livres au plus ſuffiſent pour enſemencer une poſe de terrein de la meſure déterminée ci-deſſus.

Le trèfle doit ſe couper lorſque les boutons à fleur commencent à s'épanouir. Donné en verd à l'étable, il engraiſſe beaucoup le bétail; mais il lui cauſe des tranchées venteuſes, qui peuvent être mor-

jamais ſemé ſur cette place, mais qu'y ayant répandu du fumier & de la marne, cette plante y étoit venue en ſi grande abondance qu'elle avoit étouffé toutes les autres. M. Stapfer fut d'abord d'autant plus ſurpris de cette merveille, qu'on ne voyoit point de trèfle dans les prés voiſins; mais un examen plus attentif lui en fit appercevoir une grande quantité, de ſi petit, qu'on avoit peine à le diſtinguer, & qu'il étoit tout-à-fait couvert par les autres plantes du pré. C'étoit ces petites plantes de trèfle que le fumier & la marne avoient ſi bien fait proſpérer ſur le terrein dont parle M. Stapfer; ce qui me fait croire que les variétés qu'on apperçoit dans le trèfle, par rapport à ſa hauteur, ne viennent que de la qualité du terrein ſur lequel il a cru. J'ai ſemé moi-même ſur de la bonne terre de jardin de la graine de ces petites plantes de trèfle qui croiſſent ſpontanément dans ce pays, & leur produit égaloit en beauté le plus beau trèfle d'Eſpagne.

telles, s'il eſt mouillé & ſur-tout par la roſée; auſſi les Bergers intelligens ont-ils grand ſoin de le mêler d'abord avec d'autre foin pour accoutumer peu-à-peu les beſtiaux à en faire leur unique nourriture; & de ne jamais leur laiſſer brouter à la roſée, ni même après la pluie.

De l'Eſparcette ou Sainfoin.

L'eſparcette réuſſit dans toutes ſortes de terreins, même dans les plus mauvais, comme les crayonneux & graveleux, pourvu que le labour en ſoit profond. Elle croît dans les fentes des rochers, & dans les endroits les plus arides.

Il faut la ſemer un peu dru, l'herbe en ſera plus délicate. Elle donne deux coupes par an, ſi l'on ne la fauche que lorſque les boutons à fleur s'épanouiſſent; & trois, ſi l'on n'attend pas la formation des fleurs. Mais le premier parti eſt préférable à celui-ci; & dans ce cas, on laiſſera conſommer ſur pied, par le gros bétail, la troiſième pouſſe qu'on ne pourroit pas faire ſécher aſſez bien pour pouvoir la ſerrer dans la fenière. Mais comme les pieds du bétail font du mal aux prés artificiels, pour peu que la terre ſoit humide & les plantes délicates; on ne doit le conduire ſur les prés qu'après la troiſième année, & par le ſec; & juſques alors faucher cette troiſième pouſſe, pour la donner en verd à l'étable, ou la laiſſer pourrir ſur place.

Les feuilles & les fleurs de l'eſparcette en ſont les parties les plus appétiſſantes, & cependant elles ſe détachent bien vîte de la tige, ſi l'on n'uſe de grandes précautions en fenant. Pour mieux les conſerver, je voudrois qu'on ne tournât & retournât pas ſouvent cette plante une fois fauchée; mais qu'on la laiſſât un jour entier expoſée au ſoleil, & que lorſque la roſée a attendri les nervures des feuilles, on la tournât ſans la ſecouer. Les mêmes attentions ſeront utiles pour le trèfle & la luzerne, toutes les fois qu'elles ſeront poſſibles.

L'on doit juger la graine *d'eſparcette* bonne, ſi la fève eſt d'un roux tirant ſur le jaune. Si elle eſt noirâtre, elle eſt échauffée. Celle qui eſt blanchâtre & ridée, n'étoit pas mûre quand on l'a recueillie, & n'a été détachée de la plante, que par une fraude ſemblable à celle dont nous avons parlé à l'article de la luzerne.

L'eſparcette ne dure que ſix ou ſept ans, & rend moins par an que la luzerne & le trèfle; mais auſſi indépendamment de ce qu'elle réuſſit dans de plus mauvais terreins, ſon fourrage paſſe pour être plus ſalutaire aux beſtiaux, & ſur-tout aux chevaux, à qui l'on doit donner cette plante en verd, préférablement à toute autre.

§. III. De l'établiſſement des Prés naturels.

Juſques ici je n'ai parlé que des prés artificiels; mais la méthode que j'ai preſcrite eſt de tous points la même pour l'établiſſement des prés naturels. Car quoiqu'il paroiſſe y avoir une eſpèce de contradiction dans ces termes de la queſtion propoſée, *établir un pré naturel*, puiſque, ſuivant notre définition, ces prés ſont compoſés de plantes que l'homme n'a point ſemé; cependant il eſt très-poſſible de ſemer un pré dans l'intention qu'il devienne une fois une prairie naturelle : en y répandant de la pouſſière de foin de corde, on en fera un pré artificiel pendant les deux ou trois premières années, & naturel pendant tout le reſte du tems qu'il durera, puiſque les plantes qu'on y aura ſemé étant toutes annuelles ou bis-annuelles, ſeront entiérement renouvellées par la nature au bout de ce terme. Je renvoie pour le tems & la manière de ſemer cette pouſſière de foin, à ce que j'ai dit page 58 de ce Mémoire.

SECONDE PARTIE.

De la manière d'entretenir les Prés naturels & artificiels.

LA ſcience de l'entretien des prés conſiſte à diſtinguer les mauvaiſes plantes d'avec les bonnes & à les extirper, à détruire les inſectes & autres animaux nuiſibles, à arroſer, fumer, récolter à propos & renouveller les prés quand il en eſt beſoin.

§. I. Plantes bonnes & mauvaiſes, & manière de détruire ces dernières.

On trouve dans les prés naturels toutes ſortes de plantes, mais on n'y doit laiſſer que celles qui ſont propres à la nourriture des beſtiaux; pour cet effet, il faut connoître celles qui ne peuvent remplir ce but.

Les bonnes plantes des prés, ſitués ſur le territoire de la République de Genève ou dans ſon voiſinage, ſont, outre les graminées & papillionacées, dont nous avons donné la deſcription, le *piſſenlit*, les

lychnis, le *melilot*, la *barbe de boue*, les *veſces*, le *lotus*, le *cumin*, le *caille-lait*. (9)

Il en eſt quelques autres moins bonnes à cauſe de la dureté qu'elles acquièrent en ſéchant, que les chevaux & le bétail mangent en verd avec plaiſir. Telles ſont, *la grande marguerite*, une eſpèce de *genet*, la *carotte ſauvage*, la *ſcabieuſe*, la *ſauge*, le *chardon*, le *grateron*, la *centaurée*, & le *ſainfoin épineux* ou *arrête-bœuf*.

De ces dernières plantes, je ne vois que le *chardon*, le *grateron* (10) & le *ſainfoin épineux*, qui doivent être extirpés. Les chevaux ne les mangent point lorſqu'elles ſont sèches, elles peuvent d'ailleurs leur faire du mal en les piquant au palais.

Il faudra donc arracher en automne les *chardons* & *l'arrête-bœuf*; mais cette dernière plante a des racines profondes, qu'il faut tirer toutes entières, ou ne pas s'en mêler.

Quelques plantes paſſent pour nuiſibles aux chevaux, quand elles ſe trouvent en certaine quantité dans leur fourrage. Telles ſont la *cigue* & la *renoncule*.

La première n'eſt pas auſſi commune dans les prés voiſins de Genève que dans certains cantons de la Suiſſe; elle croît d'ordinaire dans des endroits gras & humides. On prétend que les chevaux qui en ont mangé en trop grande quantité chancèlent, & ont des tournoiemens de tête juſques à frapper le mur & à tomber. (11) Il faut donc arracher cette plante lorſqu'elle ſe trouve en trop grande quantité; car

(9) J'ai offert moi-même aux chevaux, aux bœufs & aux vaches toutes les plantes dont je parlerai, vertes & ſeches. J'ai remarqué ſoigneuſement celles qui excitoient le plus leur appétit ou leur dégoût; ainſi l'on peut m'en croire ſur ce qui regarde le goût de ces animaux.

(10) Quelques chevaux mangent le Grateron, même celui de la groſſe eſpèce & ſéché. Mais il en eſt d'autres plus délicats que les ſemences de cette plante, toujours couvertes de poils rudes & épineux, tourmentent beaucoup, & forcent à rejetter tout ce qu'ils ont dans la bouche, pour ſe débarraſſer des capſules de cette ſemence, qui ſe ſont attachées à leur palais. Cette plante eſt rare dans les prés.

(11) J'ai cependant donné l'été paſſé cinq ou ſix livres de cigue verte à un cheval ſans qu'il en ait paru incommodé. Il eſt vrai que ce n'étoit pas l'eſpèce de cigue la plus vénéneuſe, qui eſt celle de marais.

elle eſt d'autant plus dangereuſe, que les beſtiaux la dévorent avec grand appétit.

La renoncule eſt ſi commune dans *le pays de Vaud* & *les environs de Genève*, qu'on y voit des prés entiérement jaunis par la fleur de cette plante, dont on prétend que le ſel âcre & corroſif plonge les chevaux dans une langueur très-dangereuſe, s'ils la mangent en certaine quantité & ſans mêlange. (12) Je ne crois pas que cette plante ſoit dangereuſe mêlée avec d'autre foin; mais, comme il eſt preſqu'impoſſible de la détruire dans les prés qui en ſont infectés, je conſeillerois ſeulement d'en réſerver le fourrage pour les bœufs, ſi elle y dominoit trop.

Il eſt encore des plantes qu'il importe de détruire, parce qu'étant paraſites, elles dévorent la ſubſtance des autres. Telles ſont la *cuſcute* ſoit la *rache*, & le *petit thym* ou le *ſerpolet*.

Cette dernière s'étend inſenſiblement ſur la ſurface des terres légères, conſume les ſucs néceſſaires à la végétation des autres plantes, & les force petit à petit à lui céder la place. La meilleure manière de la détruire eſt de répandre du fumier tout autour, l'expérience eſt ſûre quoique la raiſon n'en ſoit pas facile à découvrir. Je ſerois porté à croire, que le bon effet du fumier conſiſte à faire croître avec vigueur les plantes voiſines du petit tym, ſans faire aucun bien à ce dernier, qui, ayant ſur-tout beſoin du ſoleil, périt bien vîte lorſque les touffes vigoureuſes des plantes qui l'entourent le lui interceptent.

Quant à la cuſcute ou la rache, elle fait bien plus de mal que le petit thym, mais elle ne s'attache guère qu'aux trèfles; le dégât qu'elle cauſe eſt quelquefois prodigieux. Pour s'en préſerver, il faut d'abord tâcher de ſe procurer de la graine exempte de cuſcute, ce qui eſt très-facile à ceux qui la récoltent pour leur propre uſage. Enſuite, pour peu qu'on ſoupçonne qu'elle n'eſt pas pure, il faut avoir grand ſoin de la nétoyer avant de la ſemer; car deux ou trois

(12) Il m'a ſemblé effectivement qu'un cheval à qui j'en avois donné huit ou dix livres par jour en verd, avoit perdu en grande partie l'appétit les jours ſuivans, & étoit devenu un peu mol.

ſemences de cette plante ſuffiroient pour endommager pluſieurs arpens. Quand on en apperçoit quelque trace dans une prairie artificielle, on doit ſur le champ faire faucher toute la place qui en eſt attaquée, & la faire labourer à la pêle (*g*) ; car il ſuffiroit d'un ſeul brin qui en reſteroit, pour la reſſuſciter au bout de quinze jours.

Enfin, il eſt des plantes que les chevaux, bœufs & autre bétail ne mangent ni vertes ni sèches, & qui font un grand tort aux prés. Ces plantes ſont dans les prés naturels *les mouſſes* & la *colchique* ; & dans les prés artificiels une eſpèce de *filice*, que nos Payſans appellent *herbe à écurer*, parce qu'elle reſſemble aſſez à cette plante.

La mouſſe ou *les mouſſes* nuiſent infiniment aux prés, & y ſont ſi univerſellement répandues qu'il n'y a pas de prairie naturelle où il ne s'en trouve. Leur effet eſt d'empêcher les plantes de croître, ou du moins de retarder beaucoup leur progrès, ſoit parce que, couvrant la terre de leur duvet, elles la rendent inacceſſible aux influences de l'air, ſoit parce qu'elles conſument elles-mêmes une partie des ſucs nourriciers.

On doit avoir ſoin d'arracher la mouſſe en automne & au printems après les premières pluies chaudes de Février ou de Mars. La meilleure manière de s'y prendre, eſt de promener ſur le pré une herſe ordinaire garnie d'épines. Les pointes de fer dont elle eſt armée coupent la mouſſe par bandes, tandis que les épines, ſe prêtant aux inégalités du terrein, l'arrachent à meſure ; il faut remplacer ces épines à meſure qu'elles s'uſent, & faire ſuivre la herſe de deux Ouvriers armés de rateaux de fer pour arracher celle qu'elle laiſſe.

Dans cette opération, la herſe pourra endommager pluſieurs des bonnes plantes du pré, mais il ne faut pas que cela arrête le Cultivateur ; les plantes arrachées feront bientôt remplacées par l'accroiſſement de celles qui reſtent, ou repouſſeront de la racine que la herſe ne peut extirper. Il peut d'ailleurs s'aſſurer que les parties des plantes

(*g*) Ou brûler en cet endroit des ſarmens, ou faire un petit foſſé qui lui intercepte le paſſage.

qui ſont hors de terre en automne, ou au commencement du printems, ne ſont point les mêmes que celles qu'on fauche ; elles pourriſſent long-tems avant la récolte.

Un grand avantage de cette opération, eſt de gratter légérement la terre qui environne les plantes, ce qui les fait proſpérer beaucoup plus qu'on ne l'imagineroit. Toutes choſes d'ailleurs égales, les places où l'on a enlevé la mouſſe donnent une herbe plus épaiſſe, que celles où il n'y en avoit point. (13)

La colchique eſt une plante bulbeuſe qui paſſe pour un violent poiſon. (*Colchicum Autumnale, Linnæi.*) Elle fleurit en automne, ſes fleurs lilas blanches ou violettes s'ouvrent le matin & ſe ferment le ſoir ; l'on ne voit paroître alors aucune feuille de la plante ; mais aux premières chaleurs du printems, tandis que les autres fleurs commencent à s'épanouir, celle-ci apporte ſa graine toute formée pendant l'hiver au milieu de quatre groſſes feuilles qui pouſſent avec une vigueur étonnante, & conſument une grande partie des ſucs de la terre.

Cette plante abonde dans beaucoup de prés aux environs de Genève & en Savoie. (Je calculai qu'elle faiſoit plus de la dixième partie du fourrage d'une prairie que je vis faucher l'année paſſée.) Elle épuiſe la nourriture des bonnes plantes qui l'avoiſinent ; & comme les chevaux ne la mangent point, ils perdent & rejettent ſouvent du bon foin où elle ſe trouve mêlée, afin de s'en débarraſſer. Tout cela fait ſentir la néceſſité de la détruire, & malheureuſement la choſe n'eſt pas facile ; car l'oignon qui lui ſert de racine, a plus de demi-pied de profondeur.

J'avois cherché pendant long-tems la meilleure manière d'en venir à bout ; lorſque je lus dans un Journal, qu'un Agriculteur y avoit réuſſi, en arrachant ſoigneuſement en automne les fleurs de cette plante, à meſure qu'elles ſortoient de terre.

(13) La mouſſe, recueillie avec quelques ſoins, eſt d'un grand uſage dans les bâtimens, pour mettre entre les planchers & couvrir les aqueducs ; elle peut même ſervir à garnir des meubles & tenir lieu de crin. J'ai vu des chaiſes & fauteuils garnis depuis plus de cent ans de cette manière, qui faiſoient cependant encore des ſiéges agréables.

La Colchique étoit alors en fleurs ; je hâtai de les arracher dans un terrein de trente-ſix toiſes quarrées, pris ſur un pré de trente poſes qui en étoit tout couvert. L'expérience me réuſſit mal ; au printems je vis reparoître preſque toutes ces plantes, dont quelques-unes étoient cependant mutilées & ſans graine. Je ſoupçonnai que ce peu de ſuccès ne venoit que de ce que j'avois arraché les fleurs toutes formées & la plupart déja vieilles ; & je fis alors arracher ſoigneuſement toutes les tiges de ces plantes à meſure qu'elles ſortoient de terre. L'automne ſuivante, je vis avec plaiſir que les fleurs avoient ſenſiblement diminué ; ou plutôt que le peu qui en reſtoit, n'étoit que celles dont les tiges s'étoient rompues en les arrachant. (14)

J'ai fait tout récemment deux expériences du même genre, & j'en attends les réſultats pour être parfaitement ſûr de la bonté de la méthode (15) ; je ne doute pas cependant qu'elle ne réuſſiſſe, par-tout où l'on joindra l'extirpation des tiges à celle des fleurs ; car cette première opération que l'Agriculteur que j'ai cité ne preſcrit point, eſt certainement la plus efficace.

Je n'ai pu cependant m'aſſurer bien poſitivement que cette méthode fait périr les cayeux, je n'ai pas vu, dans ces premières années, rien qui en annonçât ; ce qui me porteroit à croire qu'ils ont été détruits avec l'oignon auquel ils appartenoient ; il ſe pourroit cependant qu'ils reparuſſent au bout de trois à quatre ans, lorſqu'ils auront acquis la groſſeur néceſſaire pour faire des jets vigoureux ; l'opération demanderoit alors d'être réitérée pendant trois ou quatre années de ſuite, pour extirper cette dangereuſe plante, de manière à ne pas craindre d'en revoir jamais ; car ſa graine eſt ſi peſante qu'il ſeroit bien difficile qu'elle y fût de nouveau apportée par les vents.

L'eſpèce de filice dont j'ai parlé, que nos Payſans appellent *herbe à écurer*,

(14) Cela n'arrivera pas ſi l'on prend, pour faire cette opération, un tems où la terre ſoit humide ; on tirera alors fort aiſément, avec la main, trois ou quatre pouces de la portion de la tige qui eſt enterrée, ce qui ſuffit bien pour faire périr l'oignon.

(15) J'aurai ſoin de communiquer les réſultats de ces expériences au Comité d'Economie & d'Agriculture.

écurer, ne croit guère que dans les prairies artificielles : mais elle eſt fort tenace & fait quelquefois bien du mal. L'unique remède que j'y connoiſſe eſt de la couper & de l'emporter ſoigneuſement avant qu'elle ait acquis ſa maturité & répandu ſes graines imperceptibles. Avec cette précaution, on la verra diſparoître bientôt, car elle ne dure que deux ans.

Outre les plantes dont j'ai parlé, il en eſt encore qui ne ſont ni bonnes ni mauvaiſes, mais qui croiſſent dans les prés artificiels, qui n'en doivent contenir que de ſemées, & y ſont par-là même de trop. Telles ſont, *le muffle de veau*, *les ſtachys*, *les liſerons*, *la menthe*. On doit les extirper pour peu qu'elles ſe multiplient.

§. II. Des Inſectes & autres animaux nuiſibles aux prés.

Après avoir parlé des plantes nuiſibles aux prés, je paſſe aux animaux qui les endommagent, tels que *les Rats*, *les Mulots*, *les Taupes*, *les Hannetons*, *les Sauterelles*, *la Courtillère* ou *Taupegrillon*, & les *Chenilles*.

Je ne ſais de manière fructueuſe de les détruire, qu'autant que tous les poſſeſſeurs de fonds, d'un canton aſſez étendu, ſe réuniront tous à la mettre en uſage ; car ces animaux paſſent facilement & bien vîte du pré qui en eſt infecté à celui d'où l'on fait ſes efforts pour les détruire.

Les Rats, *Mulots & Taupes* nuiſſent moins aux prés qu'on ne le croit d'ordinaire. La terre qu'ils pouſſent au-dehors de leurs trous étendue ſur la ſuperficie qui les environne, peut compenſer en partie le dégât qu'ils cauſent. On les prend au lacet, ou l'on les aſſomme au ſoleil levant avec un fer armé de trois ou quatre pointes, dans le moment où ils remuent la terre. Le meilleur moyen de tous ſeroit le poiſon, s'il n'y avoit pas de danger pour les chiens & autres animaux domeſtiques.

Le dommage que cauſent les Hannetons eſt bien plus conſidérable. Ils ſont de tous les inſectes le plus nuiſible aux prés. Ces grandes places qu'on voit jaunir & ſe faner tout-à-coup au printems, dans les plus belles prairies, ne ſont attaquées que par eux. Arrachez quelques plantes, vous les trouverez en quantité attachés à leurs racines.

Si le dégât eſt bien étendu, il faut labourer ſur le champ la place déſolée par ces animaux, pour y ſemer quelque graine, ou pour renouveller le pré, comme je l'expliquerai plus bas; car également l'on n'y feroit aucune récolte pour cette année-là.

Quant aux Courtillières, on en détruira beaucoup ſi l'on a ſoin de remarquer dans les prés, en les fauchant, ces petites élévations couvertes d'herbe jaunie: ce ſont autant de nids de ces animaux, qu'on doit enlever avec la bêche.

Il ſeroit inutile d'entreprendre de détruire les autres petits animaux que j'ai nommé, les Sauterelles, les Chenilles, &c. ils ſont d'ailleurs les moins nuiſibles de ceux qui infectent les prés.

Il eſt encore un dégât cauſé par les animaux dont je dois parler en finiſſant cet article; c'eſt celui que fait le gros bétail conduit au pâturage par un tems humide, & ſur une prairie innondée; alors il enfonce la terre avec ſes pieds, & arrache quelquefois les jeunes plantes. On feroit mieux de ne jamais le faire paître dans les prairies artificielles; mais ſi l'on y eſt néceſſité, on ne doit pas le conduire avant la troiſième ou la quatrième année, & en tout tems avoir ſoin qu'il n'y entre pas de bêtes à laine; non qu'elles brûlent les plantes, comme quelques-uns le prétendent, mais parce qu'elles broutent & rongent ſi près de terre, qu'elles détruiſſent en partie les bourgeons qui doivent pouſſer l'année ſuivante.

§. III. Des Arroſemens.

L'ART d'arroſer les prés eſt une partie eſſentielle de leur entretien. Cet Art eſt très-étendu, requiert des connoiſſances ſur les diverſes qualités des terres, ſur le nivellement, ſur les propriétés des eaux, &c. Je renvoie ſur cet article à un Mémoire imprimé dans les recueils de la Société Economique de Berne, (en 1761) qui a expoſé tout cet Art bien mieux que je ne pourrois le faire. (15)

L'arroſement eſt le meilleur amendement pour les prés, lorſqu'on a à ſa portée des eaux d'une bonne qualité. Le grand art conſiſte à répandre l'eau par-tout également, & de manière qu'elle ne ſéjourne nulle part.

(15) Voyez auſſi un Traité de M. Bertrand, Paſteur à *Orbe*, Lyon 1764.

Le trèfle eſt la ſeule plante des prés artificiels qui puiſſe croître dans un terrein humide, & en général tout foin qui a cru dans des prés où l'eau ſéjourne eſt de mauvaiſe qualité. Les herbes les plus pleines de ſucs croiſſent comme l'a obſervé Linnæus dans les terreins les plus ſecs. La trop grande humidité cauſe la pourriture dans les plantes, en y faiſant abonder les parties acqueuſes, au lieu des ſels qui les en préſervent.

§. IV. Des Engrais.

Malgré l'importance des fumiers en agriculture, tant d'Agriculteurs ignorent la bonne manière de les préparer & de les entretenir, que je crois devoir en dire un mot.

Le fumier n'eſt autre choſe qu'un compoſé de matières végétales ou animales, qui ſubiſſent ou ont ſubi la fermentation putride. L'effet de cette fermentation eſt la diſſolution de ces matières, & la ſéparation de leurs parties conſtituantes : les parties légères, comme les huiles eſſentielles, alkalis & ſels volatils s'élèvent dans l'atmoſphère, ou s'attachent à quelques corps froids, comme les vapeurs dans le chapiteau d'un alambic ; après l'évaporation des principes volatils, il ne reſte que les parties terreuſes élémentaires, les ſels fixes & les huiles graſſes ; & cependant comme toutes ces parties ſoit, fixes ſoit volatiles, ſont également utiles à la végétation, il faut prévenir, autant qu'il eſt poſſible, la perte des premières.

On obſervera encore que pour que la fermentation putride ait lieu, il faut le concours de l'air, de l'humidité & d'un certain degré de chaleur.

On peut juger d'après cela des fautes que font la plupart des payſans dans l'arrangement de leur fumier. On les voit fréquemment jetter leurs charges les unes à côté des autres ſur une grande ſuperficie de terrein ; de façon que leur tas a rarement un pied & demi de hauteur, & quelquefois beaucoup moins encore. De cette manière il préſente à l'air une très-grande ſurface.

Par-là il eſt d'abord privé du degré d'humidité néceſſaire pour le faire pourrir : le ſoleil & les vents deſſéchant tour-à-tour ſa ſuperficie, ſa fermentation ne s'opère, & même très-foiblement, que dans les

couches inférieures ; car moins il y a de matière entaſſée, plus elle eſt lente & imparfaite ; enſuite le ſoleil & les vents diſſipent toutes les parties volatiles ; enfin s'il ſurvient des pluies abondantes, elles délavent tellement ce fumier peu élevé, qu'elles pénétrent ſans ceſſe ; qu'elles en entraînent toutes les parties ſalines & ſavoureuſes, & n'y laiſſent que ce qui eſt preſque inutile à tout amendement.

Les Payſans font encore très-peu d'attention au ſol ſur lequel ils placent leur fumier. Si par haſard il ſe trouve être ſabloneux, toute l'eau qui ſort du fumier filtre au travers, & eſt perdue pour le Cultivateur, qui doit cependant la regarder comme la partie la plus eſſentielle de l'engrais.

Pour préparer & entretenir les fumiers d'une manière qui pare à tous ces inconvéniens, il faut choiſir un eſpace de terrein d'une étendue proportionnée à la quantité de fumier qu'on ſe propoſe d'y dépoſer, en l'élevant juſqu'à la hauteur de trois à quatre pieds. On pavera cet eſpace, s'il eſt poſſible, avec de grandes pierres plates ; & on l'entourera de murs, excepté du côté du Nord qui devra être ouvert : cela fait, l'on aura ſoin d'étendre ſur toute cette place une couche d'environ huit pouces à un pied de terre sèche qui, humectée à la longue par les eaux qui pénétreront le fumier & imprégnée de ſes ſels, deviendra-elle même un excellent engrais. On dépoſera enſuite ſon fumier de façon que les murs le dépaſſent de quelques pieds ; ce qui aura le bon effet d'empêcher les vents de balayer trop ſa ſurface, & de diſſiper les parties volatiles : enfin, lorſque le tas de fumier ſera fini, il faudra avoir ſoin de le couvrir d'une couche de terre, & le laiſſer au moins un mois dans cet état. De cette manière la ſuperficie qui ne pourrit jamais, ou du moins bien difficilement, ſera amenée à la putréfaction ; les ſels volatils ſeront comme forcés de ſe concentrer, & la fermentation intérieure ſera parfaite. (16)

Une charge de ce fumier bien pourri, fera un effet plus grand & plus durable que deux de ce fumier délavé, que préparent nos Payſans.

(16) Cette méthode eſt ſimple, on pourroit cependant la ſimplifier encore, en ſupprimant les murs, & mettant le fumier dans un creux de terre graſſe.

Pour répandre à propos le fumier ſur les prés, il faut choiſir, dans le mois de Novembre, un tems où le terrein ſoit plutôt ſec qu'humide. Avant l'automne on auroit à craindre, en l'étendant, que le ſoleil ne volatiſât ſes parties eſſentielles. Par contre en hiver la terre étant preſque toujours gelée, ou pouvant geler immédiatement après que le fumier eſt répandu, l'engrais ne peut pénétrer les terres qu'au premier dégel, & alors la neige qui ſe fond, ou des pluies abondantes, détrempent les parties ſavoureuſes, & lavant la ſurface de la terre plutôt qu'elles ne la pénétrent, puiſqu'elle eſt encore gelée, entraînent avec elles dans les foſſés ou dans les fonds ſitués plus bas, tout ce que le fumier á de plus propre à aider la végétation. C'eſt par cette dernière raiſon que la place où l'on le met ne paroît pas toujours avoir profité ; tandis qu'une autre place ou l'on n'en avoit pas répandu proſpère merveilleuſement.

M. Lullin De Châteauvieux conſeille de ſillonner les Prés avec une charrue à coutres éloignés de trois pouces, & de répandre le fumier ſur ces ſillons ; il a remarqué qu'ainſi il pénétroit mieux la terre ; que les plantes ſembloient rajeunir, & que l'herbe a payé avec uſure le ſurplus des fraix de culture ordinaire.

Cette remarque a beaucoup de rapport avec celle que j'ai fait ſur la manière merveilleuſe dont le fumier opère ſur les prés, dont on a gratté la ſurface en enlevant la mouſſe ; mais cet effet n'eſt pas dû uniquement au fumier, ni dans le premier cas, ni dans le dernier ; le labour que M. Lullin donne avec ſa Charrue à coutres y contribue pour la plus grande partie. J'aurai bientôt occaſion de le démontrer.

§. V. De la manière de recueillir le foin.

En traitant des plantes des prairies artificielles, j'ai déja parlé du tems où chaque eſpèce doit être coupée, & des précautions à prendre en fenant. Il eſt plus difficile de marquer l'époque où les prés naturels doivent être fauchés ; les plantes qui les compoſent n'étant jamais toutes mures à la fois. Là-deſſus l'expérience des bons Cultivateurs les ſert mieux que toutes les règles ; en général elle leur fait attendre que le foin ait acquis une couleur rouſſe, qu'il commence à sècher, & que les graminées portent des graines bien formées.

Quant à la manière de ſoigner le foin, une fois recueilli, la meilleure eſt de ne pas le remuer. Il eſt peu convenable de le mettre en meules. Expoſé aux injures de l'air, il perd & en qualité & en quantité. S'il ne peut pas tout entrer dans la fenière, je préférerois de le mettre en tas de figure priſmatique à quatre faces, couvert de planches, avec quelques pierres deſſus pour les aſſujettir.

§. VI. Manière de renouveller les prés naturels.

Il y a trois ou quatre ans qu'au mois d'Avril j'apperçus une portion d'une prairie qui jauniſſoit tellement qu'elle ne promettoit aucune récolte. Je découvris bientôt que les Hannetons avoient cauſé tout ce ravage, & en conſéquence je fis labourer ſur le champ, toute la place endommagée, & j'y fis ſemer du bled Saraſin. Il vint aſſez mal, parce que les racines que les Hannetons avoient épargné repouſſoient avec vigueur, & étouffoient ſes jeunes plantes. J'y ſemai cette même année du froment, qui ne réuſſit guère mieux pour la même raiſon. Il étoit mêlé d'une grande quantité d'herbe, ce qui me fit eſpérer une abondante récolte en foin pour l'année ſuivante, en laiſſant cette portion de pré *in ſtatu quo*. Je ne fus point trompé dans mon attente : quoique le pré dont je parle n'eût jamais rendu plus de vingt quintaux par poſe, le faucheur eut toutes les peines du monde à remuer la faux dans la partie dont je parle, tant l'herbe y étoit épaiſſe ; elle étoit haute d'un bon tiers de plus que celle du reſte du pré ; & quoique cette place n'eût guère plus d'une poſe & demie, elle donna trois grands chariots de foins. Depuis ce tems-là j'ai fait labourer toutes les années une portion de cette même prairie toujours avec le même ſuccès.

Il eſt vrai que le produit de ces parties labourées diminue inſenſiblement chaque année, juſqu'à redevenir égal à celui de celles qui ne l'ont pas été. Ce ſeroit alors le tems de recommencer l'opération ; mais je puis aſſurer que la première portion que j'ai fait renouveller ainſi, donne encore un produit plus conſidérable que celles qui ne l'ont pas été.

Comment un ſimple labour peut-il augmenter ſi prodigieuſement la force de la végétation dans les plantes ?

On n'en ſera pas étonné, ſi l'on obſerve que les plantes des prés naturels ne jettent pas leurs racines à une grande profondeur, & que par conſéquent la ſuperficie du terrein eſt épuiſée, tandis que la couche inférieure ne l'eſt pas. D'ailleurs dans les vieux prés la terre eſt quelquefois ſi dure & ſi tenace que les racines ne peuvent les pénétrer; elles ont pour ainſi dire des routes frayées qu'elles ſuivent ordinairement, ce qui fait qu'une grande partie de la première couche d'un vieux prés peut être regardée comme une terre vierge & repoſée, & par-là même très-propre à la végétation, pour peu qu'on la remue.

De-là le grand bien du labour dont je parle. Il rend ces parcelles de terre vierge à la végétation, & pénétrant juſqu'à la couche inférieure qu'il ameublit, il y fraie une nouveau chemin aux racines du pré, & leur fournit par-là même des ſucs nutritifs en beaucoup plus grande abondance.

Je conſeille donc, à ceux qui ont des prés vieux & pour ainſi dire uſés, d'eſſayer ma méthode, plutôt que de les couvrir ſans ceſſe de fumier, comme on le fait ordinairement; l'amélioration produite par un labour eſt beaucoup plus conſidérable, & dure au moins le double.

Pour l'employer avec ſuccès il faut labourer en Septembre ou en Octobre, paſſer la herſe ſur le champ, & après la première bonne pluie le rouleau; opération que vous répéterés au printems après la fonte des dernières neiges. Votre terrein ſera alors bien égaliſé, & vous ſerez étonné de ſon produit. Il en coûtera autant peut-être que ſi l'on couvroit la même place de fumier; mais il n'eſt pas ſi facile de s'en procurer, & ſûrement moins profitable de s'en ſervir.

L'on pourroit diviſer une prairie en dix portions, & en travailler une ainſi chaque année. Je crois qu'il ſeroit à-peu-près tems de refaire la première après avoir labouré la dixième; & ſi à cette culture on joignoit le fumier, & qu'on l'étendît vers la ſixième ou ſeptième année, depuis le labour donné; je ne doute pas qu'il ne fît merveille. (*h*)

(*h*) La prudence exige des Cultivateurs qu'ils ne faſſent cet eſſai qu'en petit.

Je ne parle point des autres amendemens, comme tranſports & mêlanges de terre, tourbe brûlée, &c. &c. parce qu'ils conviennent plutôt à une eſpèce particulière de terrein, qu'à toutes les terres en général. Ces diſtinctions m'entraîneroient trop loin & inutilement, puiſque ces divers amendemens ſont peu uſités aux environs de Genève, & dans le canton que j'habite.

CONSIDÉRATIONS

CONSIDERATIONS PRATIQUES

Sur les Engrenages des roues & pignons en Horlogerie.

Par M. LOUIS-BAPTISTE PREUD'HOMME,

Horloger, Membre du Comité des Arts de la Société des Arts de Genève.

QUOIQUE tout ce qui agit par leviers puiſſe être conſidéré comme engrenage, mon deſſein n'eſt pas d'étendre ce Mémoire au-delà de ce qui en fait le titre. Je n'expoſerai donc, d'entré mes expériences, que celles qui ont eu pour objet les pignons & les roues, en faiſant obſerver combien il importe, pour l'harmonie qui doit régner dans le jeu de ces mobiles, de garder une exacte proportion dans leurs diamètres.

N'eſt-il pas étonnant, que les ouvriers, ayant lieu de s'en convaincre par la difficulté qu'ils rencontrent à fixer le vrai point d'un engrenage, ſuivent conſtamment des méthodes vagues, dans un cas où l'on ne doit conſulter que des règles fixes, fondées ſur le raiſonnement, ou déduites de l'expérience?

Cette méthode tranſmiſe de Maître en Apprentif, par laquelle le diamètre d'un pignon eſt meſuré ſur une partie des dents de la roue qui doit le conduire, manque néceſſairement de préciſion. (1) Car,

(1) La pratique ordinaire pour déterminer la groſſeur d'un pignon de ſix, conſiſte à prendre trois pointes des dents de la roue qui doit engrener avec lui. Or l'intervalle de ces trois pointes eſt la corde de l'arc qu'elles comprennent. Cet arc, dans le cas d'une roue de ſix dents, eſt de 120 degrés; & ſi je donne 6 pour valeur à ſa corde, ſoit au diamètre du pignon dont elle eſt la meſure, j'aurai 6 $\frac{93}{100}$ pour valeur du diamètre de la roue. Selon la méthode de M. Preud'homme,

outre qu'il eſt très-difficile d'éviter les écarts de l'œil par un tel moyen; comme les dentures ſont plus ou moins vuides, il en réſulte, en de certains cas, des pignons plus gros, ou plus petits; & quand même cette meſure ſeroit ſuſceptible d'exactitude, la différente étendue qu'on donne à l'arrondiſſage des pignons, pour lequel on n'a point de règle, ſuffit pour faire varier leur vrai diamètre.

De plus, l'irrégularité dans les courbes des dentures eſt une ſource d'inégalité dans l'emploi des forces & la diſtribution du mouvement; & cet effet ſera d'autant plus ſenſible, qu'il y aura diſproportion dans les diamètres.

De-là naiſſent indubitablement des contrariétés, qui détruiſent la

les diamètres de ces deux mobiles doivent être dans le rapport de 6 à 7. Cette méthode, dans ce cas, donne donc à la roue environ $\frac{1}{86}$ du diamètre du pignon, de plus que la pratique des trois pointes; ou bien la roue étant donnée, il en réſulte un pignon d'environ $\frac{1}{101}$ plus petit.

Si l'on ſuppoſe deux révolutions du pignon autour de la roue, la méthode des trois pointes ſe rencontre avec celle de M. Preud'homme, en donnant pour diamètre à la roue deux fois celui du pignon; car alors le diamètre du pignon devient la corde d'un arc de 60 degrés, laquelle eſt exactement la moitié du diamètre de la roue.

Dans le cas de trois révolutions, c'eſt la pratique des trois pointes qui donne le plus grand diamètre à la roue; & ſi l'on pouſſe plus loin la comparaiſon, l'on verra qu'à la douzième révolution, cette pratique augmente le diamètre de la roue d'environ $\frac{17}{77}$ du diamètre du pignon, de plus que la méthode de M. Preud'homme; & qu'elle donne, pour la même roue, un pignon plus petit de $\frac{1}{78}$ de ſon diamètre.

La meſure des trois pointes, en tant que pratique générale pour les pignons de fix, paroît donc avoir deux vices eſſentiels: le premier, de n'être pas calculée, comme celle de M. Preud'homme, ſur le diamètre primitif du pignon; & de donner en général de trop grandes roues, ou des pignons trop petits: le ſecond, de ne pas ſuivre un rapport convenable avec la quantité plus ou moins grande de révolutions que font les pignons autour de leurs roues; & de donner, pour les nombreuſes révolutions, des pignons proportionnellement plus petits que pour les roues peu nombrées. Cette meſure eſt donc, non-ſeulement inexacte pour la plupart des cas, mais elle l'eſt inégalement ſelon le nombre des révolutions. On peut en dire autant des autres meſures priſes avec le calibre ſur les dents des roues, puiſqu'elles ſuivent toutes les rapports des cordes.

Cette Note m'a été communiquée par l'un des Membres du Comité des Arts.

liberté des mobiles, & ruinent l'accord ſi néceſſaire dans le jeu des pièces qui compoſent une machine deſtinée à meſurer le tems.

M. Berthoud a fait ſentir, dans ſon Eſſai ſur l'horlogerie, combien d'attentions ſuppoſe de la part d'un ouvrier la formation d'un bon engrenage; & après avoir rappellé, numéros 524 & ſuivans, les meſures uſitées pour déterminer la groſſeur des pignons, il montre aſſez le cas qu'on en doit faire, puiſqu'il en preſcrit la correction au moyen de l'outil aux engrenages.

Cette matière, par ſon importance, m'a paru digne de nouveaux efforts; & en recherchant les cauſes qui ont empêché juſqu'ici les ouvriers d'atteindre avec facilité à la perfection néceſſaire, j'ai cru qu'il ſeroit à propos de diſtinguer ces trois objets dans les engrenages.

La forme & la groſſeur du pignon.

La quantité dont la roue & le pignon s'engrènent.

Et enfin la menée avec uniformité.

I°. A l'égard du pignon, je ne lui trouve de forme déterminée que dans le cas où il le faudroit à rochet; mais comme on ne fait aucun uſage de ces pignons-là en horlogerie, il eſt inutile de s'y arrêter.

Celui qui fixe mon attention eſt conduit par une roue dont les dents ſont formées en courbes; & j'obſerve dans ſa forme deux eſpèces de rayons; ſavoir le *rayon total*, qui ſe termine à l'extrémité de l'aîle du pignon; & le *rayon primitif*, qui ſe termine là où l'arrondiſſage de l'aîle commence. Ce n'eſt que ſur ce dernier rayon que la roue agit depuis la ligne des centres. J'appelle *excédent* la quantité dont le *rayon total* excède le *rayon primitif*; ce qui forme la partie arrondie du pignon, ſur laquelle la roue agit avant la ligne des centres.

Le *rayon primitif* demeure invariablement fixé à une meſure déterminée, au lieu que le *rayon total* peut être plus ou moins grand, ſans nuire à l'engrenage.

Car un pignon trop gros & peu arrondi pourra ſervir, en deſcendant l'arrondiſſage juſqu'à ce que le *rayon primitif* ſoit de juſte grandeur. Si, au contraire, on diminuoit ſur le tour le diamètre de ce pignon, juſqu'à ce qu'on eût atteint le *rayon primitif*; il arriveroit

que la roue, à ſon point d'attouchement avec le pignon, porteroit ſur l'angle de ce mobile; de-là, la néceſſité indiſpenſable d'abattre ces angles. D'où l'on voit, que pour conſerver au *rayon primitif* la grandeur requiſe, il faut ménager dans le pignon un *excédent*, ſur lequel on puiſſe former l'arrondiſſage.

Donc, la quantité qui conſtitue cet *excédent* n'eſt pas exactement déterminée; puiſque deux pignons peuvent être également bien adaptés à la roue qui doit les conduire quant à leur *rayon primitif*, quoiqu'ils diffèrent par leur *rayon total.*

C'eſt-là ſans doute la cauſe de l'erreur, dans laquelle tombent ceux qui prétendent qu'il y a quelque choſe d'arbitraire dans la groſſeur des pignons. Mais nous croyons pouvoir décider que la partie qui forme *l'excédent* dans un pignon, n'ayant d'utilité què l'abattement des angles, & une courte menée avant la ligne des centres, la forme qui réduira cette partie à la plus petite quantité, en approchant le *rayon total du rayon primitif* autant qu'un bon arrondiſſage pourra le permettre, ſera inconteſtablement la meilleure; & l'on y parviendra en donnant à cet *excédent* la forme d'un demi-cylindre (2). Du reſte on efflanquera le pignon en planche, & on le dégagera à tel point qu'il y ait deux tiers de vuide, & un tiers de plein; ce qui fait pour l'épaiſſeur de l'aîle d'un pignon de 6, environ la 6^{e}. partie de ſon diamètre : pour celle d'un pignon de 7, de 8, de 10 & de 12; la 7^{e}. la 8^{e}. la 10^{e}. & la 12^{e}. partie.

Il eſt bon d'avoir une règle fixe à cet égard; & la forme que nous

(2) Un pignon de ſix aîles & d'une ligne de groſſeur eſt, d'entre les petits pignons qui entrent dans la conſtruction d'une montre de poche, le plus gros que l'on faſſe; l'épaiſſeur de ſon aîle, qui ne doit avoir que la ſixième partie de ſon diamètre, n'aura donc qu'une ſixième de ligne; par conſéquent, cette aîle, dirigée au centre de la roue qui la fait mouvoir, ſera d'une douzième de ligne, de part & d'autre de la ligne des centres; & voilà ſur quelle étendue on veut que ſoit figurée la courbe connue en géométrie ſous le nom d'épicycloïde, afin que le pignon concourre pour ſa part à l'uniformité de la menée.

Pour obtenir cependant cette forme, autant du moins qu'il eſt poſſible d'en approcher, j'enveloppe d'un crin le manche d'une lime; & le ſortant de deſſus ce

preſcrivons nous a paru la plus agréable à l'œil, comme déliant ſuffiſamment les aîles, ſans nuire à leur ſolidité.

Le pignon étant ainſi figuré, l'on reconnoîtra aiſément qu'il n'y a rien d'arbitraire dans la grandeur de ſon rayon primitif; & que chaque aîle ne pourra fournir au juſte ſon arc de levée, ſi l'on n'obſerve la plus grande préciſion à cet égard.

Selon la quantité d'aîles dont un pignon eſt compoſé, les angles qu'elles forment ſont plus ou moins ouverts, & conſéquemment les engrenages doivent être plus ou moins profonds.

Mais il peut arriver ceci: c'eſt que les groſſeurs des pignons étant mal priſes, l'Artiſte s'imagine pouvoir y remédier, en renforçant ou en diminuant la pénétration de ſon engrenage. Par exemple, après avoir fait parcourir ſix degrés à une roue de 60 dents engrenant dans un pignon de 6 aîles, qui ſeroit trop gros de la douzième partie de ſon diamètre, l'ouvrier voyant que celui-ci n'en aura parcouru que 55, & que l'aîle qui devroit être ſur la ligne des centres n'y ſera pas encore, il augmentera la levée par une plus grande pénétration de ces deux mobiles. Mais alors, la roue parcoura 6 $\frac{1}{2}$ degrés pour les 60 degrés que fournira le pignon.

Le contraire arrivera avec un pignon trop petit d'une douzième partie de ſon diamètre. Car après que la roue aura parcouru 6 degrés, il y en aura 65 parcourus par le pignon; l'aîle qui doit ſe trouver en priſe aura paſſé la ligne des centres, & l'action de la roue ſur elle ne pourra commencer ſans être précédée d'une chûte. En voulant obvier

moule, je le préſente pour modèle à l'ouvrier faiſeur de mouvemens; cette figure parlant autant à ſon entendement qu'à ſes yeux, il exécute ſans peine ce qu'il a vu; il croit figurer un demi-cylindre, & à bien examiner ce qui réſulte de ſon opération, on voit qu'il a formé ſans le ſavoir l'épicycloïde, parce que le quart de cercle qu'il décrit alternativement, de gauche à droite, & de droite à gauche, & qui doit ſe terminer au ſommet de l'aîle, n'eſt jamais ſi bien ſuivi, qu'il en puiſſe réſulter un demi-cercle parfait; mais plutôt une courbe, qui ſe trouve un peu applatie à ſon origine. C'eſt, je crois, tout ce qu'on peut obtenir de mieux; ainſi, j'indique ce qui m'a réuſſi par préférence à tout autre moyen.

à ce défaut par l'affoibliſſement de l'engrenage, on tombe dans un autre ; & la roue ne parcourra plus que 5 ½ degrés.

Cependant cette opération eſt ſi délicate, que quelqu'un eſſayant de faire un tel engrenage, trouveroit le moyen de repréſenter 60 degrés d'un côté pour 6 degrés de l'autre ; & pourroit par un examen ſuperficiel s'inſcrire en faux contre mon aſſertion.

Mais qu'il faſſe attention à la marche de ſa roue agiſſant, par exemple, ſur le pignon trop petit ; il verra que celle-ci ne parcourant que 5 ½ degrés pendant ſon action, le ½ degré reſtant eſt parcouru pendant la chûte. Il y a donc alors inaction & perte de force. Un ½ degré ſans effet de la part de la roue, ou 5 degrés de plus parcourus par le pignon, forment également un engrenage vicieux, & ſont une ſource d'irrégularités dans la marche de ces deux mobiles.

Si vous ſuppoſez 6 degrés effectifs parcourus par une roue engrenant dans le pignon trop gros ; des 60 degrés que doit fournir le pignon, il y en aura 5 qui ſeront parcourus pendant l'accottement qui ſe fait ſur l'arrondiſſage de l'aîle ſuivante ; dès-lors, il ſera vrai de dire que le pignon trop gros ne fournit que 55 degrés.

Je propoſerai encore un troiſième moyen de procéder à l'examen de cet engrenage, qui ſervira à faire paroître d'une manière ſûre & ſans équivoque tout ce qu'il y a de plus ou de moins dans les degrés que doit parcourir la roue, quand on emploie des pignons trop gros ou trop petits.

A conſidérer le pignon ſelon la forme que nous lui donnons, l'épaiſſeur de ſon aîle étant d'une 6^e. partie de ſon diamètre, elle occupera une place de 20 degrés, ou ce qui revient au même, une place de 10 degrés de chaque côté de la ligne des centres ; & ſi dans ce pignon que nous ſuppoſerons de groſſeur convenable, vous faites engrener une roue de 60 dents, après avoir caſſé de part & d'autre les deux dents voiſines de celle que vous réſerverez pour cet examen ; (car il faut cela pour voir l'action d'une ſeule dent, & être aſſuré qu'une autre n'eſt point intervenue dans l'opération ;) ſi, dis-je, vous faites engrener cette roue au point de faire parcourir 70 degrés au pignon,

en menant la roue de gauche à droite, & de droite à gauche contre l'aîle du pignon, juſqu'à ce que la dent de la roue ait échappé deçà & delà, vous aurez déterminé par cette opération le point précis de l'engrenage; en ſorte que remettant le milieu de l'aîle du pignon ſur la ligne des centres, & faiſant mouvoir de nouveau ces deux mobiles, vous obſerverez que pour 60 degrés parcourus par le pignon, il y en aura exactement ſix parcourus par la roue.

Mais qu'arrivera-t-il ſi à ce pignon vous en ſubſtituez un plus gros de la 12^e^. partie de ſon diamètre? C'eſt que, lorſqu'il aura parcouru 60 degrés, vous en trouverez $6\frac{1}{2}$ pour la roue; & ſi, au contraire, vous faites uſage d'un pignon trop petit auſſi de la 12^e^. partie de ſon diamètre, vous trouverez que $5\frac{1}{2}$ degrés, parcourus par la roue, ſuffiront pour faire parcourir au pignon les 60 degrés requis.

Donc, dans le premier cas, ſi la roue n'en parcourroit que 6, le pignon n'en fourniroit que 55; & dans le ſecond cas, cette même quantité de la part de la roue produiroit 65 degrés pour le pignon; d'où il eſt aiſé de conclure que ces degrés en plus ou en moins, parcourus par l'engrenage, dans le cas de pignons trop gros ou trop petits, troublent les oſcillations du balancier, ruinent l'iſochroniſme, détruiſent la juſteſſe des trous des pivots, & conſument à pure perte une partie de la force motrice.

Comme il n'eſt pas beſoin d'un grand écart dans la groſſeur des pignons, pour tomber dans cet inconvénient; il eſt très-difficile de l'éviter par la meſure ordinaire; car, ſans le ſecours d'un inſtrument, dont je rapporterai l'uſage en traitant de la *menée avec uniformité*, je regarde comme impoſſible de décider, à la ſeule inſpection de l'engrenage, ſi le pignon fournit bien exactement les degrés requis pour chacun de ſes angles, pendant que la roue accomplit ſon arc de menée.

Telle eſt la préciſion dont on doit uſer à cet égard, que, ſi l'on ſuppoſe une roue de 72 dents, pour une 72^e^ d'écart en plus ou en moins dans le diamètre du pignon, il y aura une dent à ajouter ou à retrancher dans la roue.

Voyons l'effet qui doit réſulter de la néceſſité d'une dent de plus

à chacune des trois premières roues, non compriſe celle de fuſée.

En donnant les nombres de 54 à la roue du centre, & de 48 aux deux ſuivantes, la roue de rencontre devra faire 576 tours par heure; & l'augmentation d'une dent ſur ces trois mobiles en produira environ 611 $\frac{1}{2}$.

Le premier produit multiplié par l'action d'une roue de rencontre de 15 dents, c'eſt-à-dire par 30, donnera 17280 vibrations; & le ſecond produit, multiplié par le même nombre, en donnera 18335; ce qui fait dans ce dernier cas un excès de 1055 vibrations.

Si donc les pignons qui engrènent dans ces trois roues péchoient tellement par leur petiteſſe, qu'il fallût ajouter une dent à chacune de leurs roues correſpondantes pour qu'ils fuſſent de juſte groſſeur, il y auroit par ce défaut 1055 vibrations par heure qui ne pourroient s'effectuer, & dont la valeur ſe perdroit par les chûtes.

Dans le cas contraire, où les pignons ſeroient trop gros de la même quantité, cette valeur ſe perdroit par des accottemens; ce qui, pour une montre, dont le calibre ſeroit de 14 à 15 lignes de diamètre, exigeroit dans la force motrice un ſurplus d'environ une douzième partie.

Ainſi le point qui détermine dans un engrenage la groſſeur préciſe du pignon, eſt celui où les deux mobiles parcourent chacun exactement les degrés requis, ſelon le nombre d'aîles & de dents dont ils ſont pourvus.

II°. Pour ce qui regarde la quantité dont un pignon & une roue ſe pénètrent par l'engrenage; quelques horlogers prétendent que, ſuivant la forme donnée à la courbe d'une denture, la roue qui porte cette courbe engrénera plus ou moins dans le pignon qu'elle conduit, ſans qu'il en réſulte aucun changement dans la levée du pignon par l'opération de l'engrenage: c'eſt ce qui ne ſauroit avoir lieu.

Car ſi on prend deux roues de même nombre, & de même diamètre; mais que les dents de l'une ſoient formées en rochet, & celles de l'autre en courbe ordinaire; ſi on les fait engrener dans un pignon de 6; & que l'on pouſſe le degré de pénétration de l'une d'elles au point

point de faire décrire au pignon un arc de 60 degrés, on verra qu'en lui ſubſtituant l'autre roue, on ne changera rien à l'étendue de cet arc.

Donc, la dent formée en courbe n'a nul avantage ſur la dent formée en rochet, rélativement à la quantité dont le pignon & la roue s'engrènent; & la courbe n'a pour objet que la menée avec uniformité.

Ainſi, il y a dans les engrenages une quantité de pénétration, qui n'eſt point dépendante de la forme des dents, mais qui eſt indiquée par la quantité de degrés que les mobiles doivent parcourir.

L'on pourra ſe former une idée de cette quantité de pénétration, ſi l'on conſidère que le pignon eſt diviſeur du cercle, & qu'on obtiendra les degrés de levée que chacune de ſes aîles doit parcourir au moyen de l'engrenage, en diviſant les degrés du cercle par le nombre de ces aîles; c'eſt-à-dire, par exemple, que ſi le pignon eſt de 6, l'engrenage devra faire parcourir à chaque aîle 60 degrés; puiſque ce nombre eſt le quotient de 360 diviſé par 6.

Si l'on veut rapporter maintenant ces 60 degrés au diamètre; comme celui-ci eſt à-peu-près le tiers du cercle, & vaut par conſéquent environ 120 degrés, l'on pourra dire qu'ils en ſont les $\frac{60}{120}$.

Or j'ai reconnu par une multitude d'expériences, que les fractions établies ſur ce principe exprimoient ſuffiſamment bien, pour la pratique, les diverſes quantités d'engrenage, ſelon les divers nombres dans les pignons. Ainſi, une fraction, qui aura pour dénominateur le diamètre du pignon évalué en degrés, & pour numérateur, le nombre de degrés qui conſtituent l'arc de levée de ce pignon, pourra déſigner la quantité dont ſa roue doit le pénétrer pour former un bon engrenage (3). Le fondement de ce rapport qui ſemble accidentel, pourroit

(3) Les dents des roues ne pouvant agir que ſur le rayon des pignons, l'on s'étonnera peut-être que je faſſe mention ici de leur diamètre; mais il faut conſidérer que l'engrenage ſe fait dans les pignons à chaque bout de ces diamètres. Si l'engrenage pénétre, par exemple, à moitié rayon, il ſera vrai de dire qu'il prend la moitié du diamètre; puiſque ſi on diminuoit le pignon au point d'emporter tout ce qui eſt engrené, on réduiroit ſon diamètre à la moitié. Après cette explication, on ne ſera pas ſurpris ſi j'emploie indifféremment le terme de *diamètre* ou de *rayon*, quand il s'agira des opérations concernant les engrenages.

ſans doute être établi par le calcul. Mais il nous ſuffit ici de déduire cette règle de l'expérience, & de la fournir à la commodité des artiſtes.

En donnant à toutes ces fractions le nombre 120 pour dénominateur, nous aurons donc pour numérateur de la fraction qui exprimera l'engrenage d'un pignon . . . . . de 6 . . . 60
de 7 . . . 51 $\frac{3}{7}$
de 8 . . . 45
de 10 . . 36
de 12 . . 30

Qu'on réduiſe ces fractions, & l'on aura $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{1}{4}$. Par où l'on voit que, quelque nombre qu'ait un pignon, ſi l'on poſe ce nombre comme dénominateur d'une fraction dont 3 ſera le numérateur, l'on aura toujours la quantité de l'engrenage.

Au reſte, il importe d'obſerver ici que les principes expoſés par rapport à cette quantité dont les mobiles ſe pénètrent, ſuppoſent des engrenages faits avec des *roues en couronne*, où toutes les dents ſont ſur le même plan, comme les roues de champ. Cette méthode a été appliquée à la diviſion de l'outil aux engrenages de M. Arlaud, qui a fait l'objet d'un Mémoire inſéré dans le cahier précédent, & dont la juſteſſe eſt reconnue des Artiſtes.

On conçoit qu'une *roue plate*, égale au diamètre d'un pignon de 6 avec lequel elle engréneroit, ne pourroit produire les degrés de levée requis, encore que l'engrenage ſeroit pouſſé auſſi près du centre qu'il ſeroit poſſible; parce que les dents de cette roue, étant ſur une courbe circulaire, ſont très-éloignées de repréſenter une ligne droite. On verra ci-après en quoi conſiſte la différence de pénétration dans l'engrenage de ces deux ſortes de roues; ſavoir, les *roues en couronne*, & les *roues plates*, ſelon la grandeur de ces dernières.

Je me ſuis convaincu par l'obſervation, 1°. qu'une roue de 6 dents, engrenant dans un pignon de pareil nombre, ne peut le mener avec une certaine uniformité, à moins que ſon diamètre ne ſoit d'une 6e. partie plus grand que celui de ce pignon; encore, l'engrenage doit-il commencer, avant que la ligne qui partage l'épaiſſeur de l'aîle ſe

trouve ſur la ligne des centres. 2°. Que cette roue, pour que ſon pignon fourniſſe les degrés de levée requis, doit le pénétrer juſqu'aux $\frac{2}{3}$ de l'aîle.

La différence entre une telle pénétration & celle de l'engrenage d'une roue en couronne, qui ne pénètre que juſqu'à la moitié du rayon, étant de $\frac{1}{3}$; on conçoit, en effet, que c'eſt de cette quantité dont le diamètre d'une roue de 6 dents, doit excèder celui du pignon qu'elle conduit.

Si nous déterminons les différentes quantités dans leſquelles le diamètre de ce pignon, ſuppoſé d'une ligne, peut être diviſé; nous trouverons, 1°. pour la groſſeur de ſon axe, priſe où ſe termine l'engrenage d'une roue en couronne, $\frac{6}{11}$ de ligne. 2°. Pour ſon engrenage, $\frac{4}{11}$. 3°. Pour ſon excèdent, $\frac{1}{11}$. Enſemble $\frac{11}{11}$, ſoit une ligne.

Il eſt évident que, ſi on avoit un pignon quelconque; pour en tirer le diamètre des roues en couronne qui lui ſeroient deſtinées, il faudroit commencer par mettre en réſerve la quantité d'engrenage, telle que l'exige ſon arc de levée; parce que cette quantité n'augmente ni ne diminue, ſoit que le pignon faſſe une ou pluſieurs révolutions.

De ſorte que cette quantité doit être conſidérée comme conſtituant les leviers, ſur leſquels la force motrice agit pour mettre le pignon en mouvement, & qui ſont, pour ainſi dire, des additions, dont on revêt le diamètre primitif des roues.

On obſervera ſeulement, que dans la quantité indiquée pour l'engrenage par l'arc de levée du pignon, eſt compriſe la partie arrondie de ce pignon, ſoit *l'excédent*, qu'il faut toujours retrancher, comme cela eſt démontré dans la table ci-après. Je l'ai adaptée aux différens pignons d'uſage en horlogerie; en y joignant la manière de s'y prendre pour établir le diamètre de leurs roues.

TABLE

Des différents nombres & groſſeurs de Pignons, pour en tirer le diamètre des roues.

Nombres des ailes des pignons.	*Diamètre total.*	*Diamètre primitif.*	*Quantité d'engrenage.*	*Groſſeur des axes.*
6	6 douz. de lig.	5 douz. de lig.	2 douz. de lig.	3 douz. de lig.
7	7	6	2	4
8	8	7	2	5
10	10	9	2	7
12	12	11	2	9

Si on multiplie le diamètre primitif de l'un ou de l'autre de ces pignons, par les révolutions qu'il doit faire autour de la roue qui le conduira ; & qu'on ajoute au produit les 2 douzièmes indiqués pour quantité d'engrenage, on aura complettement le diamètre de la roue.

Si à ces 2 douzièmes, on ajoute ce qui a été retranché du diamètre total des pignons pour former leur diamètre primitif ; on verra que la ſomme qui en réſulte fait les $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$ de ces pignons.

J'en ai établi les groſſeurs de cette manière, pour n'avoir en douzièmes de lignes que des nombres ronds.

Les axes ne ſervent qu'à indiquer à quelle diſtance de la circonférence de la roue on doit placer le pivot du pignon, dans le cas où on auroit un calibre à tracer ; ainſi la diſtance qui devra ſe trouver entre le centre des pignons, & la circonférence des roues, ſera pour un pignon de 6, des $\frac{1}{6}$, ou $\frac{2}{3}$ de ſon rayon.

de 7, des $\frac{4}{7}$

de 8, des $\frac{5}{8}$

de 10, des $\frac{7}{10}$

de 12, des $\frac{9}{12}$ ou $\frac{3}{4}$.

Pour avoir le diamètre primitif des pignons par celui des roues, on opérera par la méthode inverſe ; c'eſt-à-dire, qu'une roue donnée devant être regardée comme le produit du diamètre primitif de ſon

pignon, multiplié par le nombre de ſes révolutions, auquel produit on auroit ajouté deux fois l'excédent dudit pignon ; on aura la valeur du diamètre primitif de ce pignon, en prenant pour diviſeur de ſa roue le nombre de ſes révolutions autour d'elle, plus deux fois l'excédent du pignon ; lequel eſt $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{11}$ de ſon diamètre primitif, ſelon que le pignon eſt de 6, de 7, de 8, de 10 ou de 12. Le quotient de cette diviſion exprimera la valeur du diamètre primitif du pignon ; auquel ajoutant l'excédent, on aura ſon diamètre total. Ainſi, qu'on ait une roue de 32 douzièmes de ligne, autour de laquelle un pignon de 6 doit faire ſix révolutions ; en diviſant 32 par 6 plus $\frac{2}{7}$, ſoit $\frac{12}{7}$, le quotient 5 donnera le diamètre primitif du pignon ; auquel ajoutant 1 pour ſon excédent, j'aurai 6 douzièmes de ligne pour ſon diamètre total. (4)

Dans le cas où c'eſt le pignon qui conduit la roue (ce qui a lieu dans l'engrenage des pignons de minuterie) ; pour lors, comme le pignon doit être proportionnément plus grand que dans le cas contraire, le produit de la multiplication du diamètre primitif du pignon par le nom-

(4) Voici une formule dont on m'a fait part, pour obtenir tout d'un coup le diamètre total du pignon qui doit convenir, ſelon mes principes, à une roue donnée.

Que cette roue ſoit R ; le nombre des aîles qu'on veut donner au pignon a ; le diamètre total de ce pignon x ; ſon excédent $\frac{x}{a}$; ſon diamètre primitif $x - \frac{x}{a}$; la quantité de ſes révolutions autour de la roue r ; l'on aura cette équation, $R = x - \frac{x}{a} \times r + 2\frac{x}{a}$; ce qui donnera $x = \frac{Ra}{a-1 \times r+2}$. Or voici l'explication de cette formule :

1°. Multipliez le diamètre de la roue donnée par le nombre d'aîles dont le pignon doit être pourvu. 2°. Multipliez ce nombre d'aîles, moins une, par le nombre de révolutions que le pignon doit faire autour de la roue ; & ajoutez 2 à ce produit. 3°. Diviſez le premier réſultat par le ſecond. Le quotient vous donnera le diamètre total du pignon.

On demande, par exemple, quel doit être le diamètre total d'un pignon de 6, qui fera 8 révolutions autour d'une roue de 5 $\frac{5}{8}$ lignes de diamètre. La première opération ſuſdite donnera le nombre 35. La ſeconde opération donnera celui de 42. Enfin, ce premier nombre diviſé par le ſecond rendra pour quotient $\frac{35}{42}$, ſoit $\frac{5}{8}$ lignes.

Ainſi le pignon de 6, correſpondant à une roue de 48 dents qui auroit 5 $\frac{5}{8}$ lignes de diamètre, aura $\frac{5}{8}$ ligne pour ſon diamètre total.

bre de ſes révolutions, ſuffira, ſans plus, pour établir le diamètre total de ſa roue.

Ce n'eſt pas aſſez, pour la bonne exécution d'un engrenage, d'avoir le moyen d'établir un rapport exact entre le diamètre des roues & celui des pignons qu'elles conduiſent; il eſt encore à propos d'obſerver, par rapport aux roues plates, que moins elles ſeront nombrées, plus auſſi elles devront pénétrer dans le pignon; plus l'étendue de la courbe pratiquée ſur la denture ſera grande, & plus cette courbe ſera difficile à former; au point qu'une roue de 6 dents exigera, pour opérer la levée de 60 degrés de la part d'un pignon de 6, un engrenage qui pénètre juſqu'aux $\frac{2}{3}$ de ſon rayon, comme je l'ai dit; & comme on peut le voir en préſentant ces deux mobiles ſur l'inſtrument dont je fais mention à la fin de ce Mémoire.

Ainſi la profondeur de cet engrenage décroît à meſure que le diamètre de la roue augmente; tellement que la pénétration des $\frac{2}{3}$ du rayon du pignon ſe réduit enfin à-peu-près à la moitié de ce rayon, dès que la roue a atteint un certain diamètre.

Il n'en eſt pas ainſi de la roue de champ; elle n'engrène dans aucun cas au-delà du demi-rayon d'un pignon de ſix; & pour que les roues plates en approchent le plus qu'il eſt poſſible, il n'y a point d'autre moyen que celui de les nombrer beaucoup; comme on le verra par l'expoſé ci-après d'une certaine quantité de roues, dont j'indique le nombre de dents, les degrés qu'elles doivent parcourir pendant la menée, & leur différente pénétration dans l'engrenage.

Nombre des dents des roues engrenant dans un pignon de 6.	*Les degrés qu'elles parcourrent.*	*Quantité de leur engrenage.*
6	60	$\frac{2}{3}$ du rayon du pignon.
12	30	$\frac{7}{12}$
18	20	$\frac{5}{9}$
24	15	$\frac{13}{24}$
30	12	$\frac{8}{15}$
36	10	$\frac{19}{36}$
42	$8\frac{4}{7}$	$\frac{11}{21}$
48	$7\frac{1}{2}$	$\frac{25}{48}$
54	$6\frac{2}{3}$	$\frac{14}{27}$
60	6	$\frac{31}{60}$

Voici le fondement de la dernière partie de cette tabelle, quant à l'engrenage : Une roue autour de laquelle un pignon de 6 feroit assez de révolutions pour que son arc de menée pût être pris pour la tangente de cet arc, seroit à cet égard dans le cas d'une roue de champ, & auroit le même engrenage qu'elle, c'est-à-dire, le $\frac{1}{3}$ rayon. Mais nous avons vu qu'une roue autour de laquelle ce pignon ne feroit qu'une révolution devroit pénétrer jusqu'aux $\frac{2}{3}$ de son rayon. Il y a donc $\frac{1}{3}$ de rayon de différence entre le plus profond & le plus foible de ces engrenages. Or cette 6^{e}. partie pour une roue de 6 dents, devient $\frac{1}{11}$ rélativement à une roue de 12 dents, $\frac{1}{11}$ rélativement à une roue de 18 dents, &c. Et voilà dans quelle proportion les engrenages doivent décroître à mesure que le nombre des révolutions augmente : de sorte qu'une roue de 12 dents aura pour engrenage $\frac{6}{11}$, plus $\frac{1}{11}$, c'est-à-dire $\frac{7}{11}$ du rayon de son pignon ; une roue de 18 dents aura pour engrenage $\frac{9}{11}$, plus $\frac{1}{11}$, c'est-à-dire $\frac{5}{9}$ de ce rayon ; une roue, enfin, de 60 dents en aura pour engrenage les $\frac{30}{60}$, plus $\frac{1}{60}$, c'est-à-dire, les $\frac{31}{60}$.

On voit que la pénétration d'une roue plate de 60 dents ne diffère de celle de la roue de champ que de $\frac{1}{60}$ du rayon du pignon auquel elle engrène : ce qui pour un pignon d'une ligne de diamètre, fait une

différence de $\frac{1}{111}$ partie de ligne ; quantité dont il n'eſt guère poſſible de tenir compte.

Comme les principes que j'établis ont pour objet principal la régularité des vibrations du balancier, & que les roues qu'on emploie dans les montres ſe trouvent paſſablement chargées de dents, il eſt inutile de conſidérer l'engrenage qui réſulteroit de deux mobiles de ſix dents chacun, puiſqu'il eſt défectueux au point de ne pouvoir ſervir.

Quoique le pignon de 6 aîles ſoit le plus déſavantageux de tous ceux qu'on employe, on pourra cependant faire un aſſez bon engrenage par ſon moyen, dès que la roue ſera très-nombrée ; car ſi l'on compare, par exemple, dans une roue de 60 dents, & de 9 lignes de diamètre, l'arc de 6 degrés qu'elle parcourt, tandis que ſon pignon en parcourt 60, avec la tangente de cet arc ; on verra que cette tangente ne s'écarte de ſon arc, que de $\frac{1}{111}$ de ligne ; ce qui forme dans la pratique une quantité preſque imperceptible. Ainſi, quant à l'effet, la préférence qu'on donneroit à une roue en couronne ſur une roue plate d'un tel nombre n'auroit pour raiſon qu'une imagination plus ſatisfaite.

La roue qui ſuit celle-ci & qui précède la roue de champ, n'a ordinairement pas moins de 48 dents ; & ſi nous la ſuppoſons de 7 lignes de diamètre, comme ſon arc de menée eſt de $7\frac{1}{2}$ degrés, cet arc ne s'écartera de ſa tangente que d'environ $\frac{1}{11}$ de ligne ; quantité de petite conſéquence dans la menée. Au lieu qu'en ſuppoſant un pignon de même groſſeur qui ne feroit qu'une révolution autour de ſa roue, l'écart dont nous parlons ſeroit de $1\frac{1}{2}$ ligne, c'eſt-à-dire, d'une quantité égale au rayon même de la roue.

On pourroit m'objecter que, dans une répétition, entre les roues du petit rouage, il y en a de 24 & de 20 dents ; mais je réponds que ces engrenages n'ayant d'autre utilité que de modérer l'activité de la force motrice, il importe beaucoup moins qu'ils ſoient d'une parfaite régularité ; il n'y a point ici de balancier ſur lequel ſe raſſemblent toutes les imperfections qui naiſſent de la difformité des engrenages.

Il eſt à remarquer cependant que les répétitions dans le rouage deſquelles

quelles ces pignons de 6 ſont employés, ont l'inconvénient de frapper les coups très-rapidement par la chaleur, & très-lentement par le froid; ce qui eſt déſagréable pour le propriétaire. On pourroit obvier à cela, en employant des pignons plus nombrés; puiſque je ſuis parvenu, en ſubſtituant ſimplement un pignon de 12 à celui de délai qui étoit de 6, à rendre la courſe d'un rouage, affecté de ce défaut, de même durée à toutes les températures.

Un motif non moins important juſtifie encore la préférence que je donne aux pignons nombrés ſur les autres; c'eſt l'avantage d'obtenir par leur moyen un plus puiſſant régulateur, comme l'expérience m'en a convaincu.

Lorſque le reſſort ſpiral, qui doit régler une montre, eſt adapté au balancier; & que l'inertie de celui-ci, jointe à la réſiſtance qu'oppoſe le dit reſſort à la puiſſance motrice, empêche que le balancier ne ſoit mis en mouvement, c'eſt une preuve que le balancier eſt trop peſant; il faut donc en diminuer la maſſe, de quelque manière, au point qu'il parte à la tenſion du reſſort moteur. Cette condition eſt abſolument néceſſaire, pour que le balancier ne ſoit pas dans l'inaction, au moment qu'on retire la clef, après avoir remonté la montre.

Si l'échappement n'eſt pas à repos, on peut abréger cette opération, en faiſant enſorte que le balancier ſeul exécute 7200 vibrations dans une heure; laiſſant au ſpiral à en produire 10080 d'accélération; ce qui fait une ſomme de 17280 vibrations. Ou, ce qui revient au même, il faut que le balancier ſoit d'un tel poids, que la montre tire, ſans ſpiral, 25 minutes par heure, comme s'expriment les ouvriers.

Cette règle ſera bonne pour le balancier d'une montre, dont les petits pignons ſeront de 6 aîles, & qui battra le nombre de vibrations ſuſmentionné; mais c'eſt une choſe très-digne de remarque, qu'avec la même quantité de vibrations, ſi les pignons ſont de 7, 8, 10 ou 12 aîles, il ne ſera point néceſſaire d'alléger le balancier juſqu'à ce point; parce qu'au moyen des engrenages formés par de tels pignons, il ſe tranſmet une plus grande quantité de force motrice à la

roue d'échappement; ce qui peut provenir, tant de l'avantage qui en réſulte dans les leviers, que de la diminution dans le frottement de ces engrenages.

Que, dans une montre à pignons de 6, on n'ait que la force motrice ſuffiſante pour communiquer le mouvement à un balancier de 10 lignes de diamètre, & du poids de 7 grains; cette même force ſuffira pour mouvoir un balancier de 10 lignes $\frac{1}{2}$, peſant 7 grains $\frac{1}{12}$, ſi les pignons ſont de 7; de 10 $\frac{1}{4}$ lignes, peſant 7 gr. $\frac{1}{8}$, ſi les pignons ſont de 8; de 10 $\frac{1}{8}$ dites, & de 7 gr. $\frac{1}{3}$, ſi les pignons ſont de 10; de 10 $\frac{1}{16}$ dites, & de 7 gr. $\frac{1}{4}$, ſi les pignons ſont de 12.

Il ſuit encore de la préférence donnée aux pignons nombrés, que les pivots ſont d'une exécution plus facile; puiſque, le diamètre de ceux du balancier pouvant être plus grand, les pivots des autres roues peuvent être groſſis à proportion.

Je ne pourrois mieux terminer ces obſervations ſur les avantages que l'on trouve à nombrer beaucoup les mobiles, que par des réflexions analogues, tirées du 4^e. numéro de l'excellent article *Frottement* fourni à l'Encyclopédie par M. Romilly, cet Artiſte ſi juſtement célébre.

« Le frottement des dents ſur les aîles des pignons conſiſte, dit-il, » dans l'étendue de la courbe qui roule ſur l'aîle du pignon: cette » courbe eſt d'autant plus étendue, que la roue eſt moins nombrée » rélativement à ſon pignon: plus elle eſt étendue, plus elle eſt diffi- » cile à former; & les accottemens ou chûtes qui réſultent de ſon » imperfection, ſont d'autant plus fréquens, que la roue étant peu » nombrée tourne plus vîte. Donc, pour accourcir ces courbes, il » n'y a point de meilleur moyen que de nombrer beaucoup les roues; » par-là les dents approchent d'être paralléles entr'elles; enſorte que » la dent qui pouſſe l'aîle, le fait d'autant plus facilement que le point » d'attouchement de la dent ſe fait comme par une ſimple pulſion, » & concourt en quelque ſorte au chemin qu'elle fait décrire à l'aîle. » Si l'on pouvoit placer les dents des roues ſur une circonférence » concave, il eſt aiſé de preſſentir l'avantage qui en réſulteroit; les » dents allant en élargiſſant vers le fond, les aîles du pignon qui font

» le contraire, conviendroient d'autant mieux dans ces dentures, » qu'elles pourroient ſe dégager avec une grande facilité : mais ne » pouvant pratiquer ces ſortes de dents, il convient de s'en approcher » le plus qu'il eſt poſſible ; or, on ne peut le faire que de deux ma- » nières ; 1°. en nombrant beaucoup les roues ; 2°. en faiſant des » roues de champ, où les dents ſont ſur un plan, & par conſéquent » parallèles ; mais il n'eſt pas poſſible d'en employer pluſieurs de cette » eſpèce, à cauſe que cela change la poſition des axes du pignon » qu'elles conduiſent ; en ſorte qu'il faut choiſir le premier parti, com- » me le plus avantageux, pour rendre le plus uniforme le frottement » de l'engrenage. »

III. Le 3^e. cas à diſtinguer eſt la menée avec uniformité ; & cette propriété dépend de la forme des dents de la roue. Cette forme abandonnée au goût des ouvriers eſt regardée par la plûpart d'entr'eux comme étant preſqu'arbitraire ; qu'en arrive-t-il ? C'eſt que les mobiles préſentent ſouvent dans le cours de leur engrenage de grandes irrégularités.

Les moyens d'y remédier ont occupé de tout tems les Artiſtes qui raiſonnent ſur leur Art, & qui s'intéreſſent à ſes progrès. Mais comme cette découverte ſuppoſe des connoiſſances dont peu d'horlogers ſont pourvus, leurs ſuccès à cet égard n'ont été que très-imparfaits. Enfin, la géomètrie nous a fourni la règle générale qu'on doit ſuivre à cet égard ; elle a tracé l'eſpèce de courbe qui doit terminer les dents des roues, pour que l'égalité de vîteſſe reſpective ſoit conſervée dans les deux mobiles pendant la menée ; & c'eſt ſelon que les ouvriers ont plus ou moins d'égard à cette forme dans leurs dentures, qu'ils approchent plus ou moins de l'uniformité qu'ils doivent chercher.

Cette courbe, qu'on appelle *Epicycloïde*, & dont nous avons déja parlé dans une note précédente, doit bien mieux être ſuivie dans l'arrondiſſage des dentures, que dans celui des pignons, vu l'étendue qu'elle a dans ce premier cas. Ses avantages conſiſtent à épargner la force motrice, à contribuer puiſſamment à l'égalité des vibrations du balancier, & à préſerver les trous de l'agrandiſſement, auquel la dureté & l'inégalité dans le frottement des dentures les expoſe.

On ne peut cependant ſe diſſimuler que cette découverte, toute belle qu'elle eſt, perd quelque choſe de ſon prix, en ce qu'il eſt plus aiſé de ſentir les avantages qu'elle fait eſpérer, qu'il ne l'eſt de ſe les procurer par l'exécution.

Varier la forme de cette courbe, ſelon la différente grandeur des mobiles qui doivent la déterminer; &, de plus, confier à la main le ſoin de repréſenter fidélement ce que l'entendement a ſaiſi, eſt d'une ſi grande difficulté, qu'on ne peut guère ſe flatter du ſuccès, à moins d'un inſtrument qui rende la formation de cette courbe abſolument méchanique. Je crois avoir approché de ce but, par le moyen de deux demi-cercles gradués, au centre deſquels ſont placés en engrenage les mobiles dont on veut former les courbes. Voyez *Figure* 10.

Pour voir l'action d'une ſeule dent de la roue ſur l'aîle du pignon, j'en ai caſſé de part & d'autre les deux dents voiſines; puis, je preſſe les tiges du pignon par les cylindres qui l'aſſujettiſſent, de manière qu'il ne puiſſe tourner librement. Enſuite, je place l'aîle du pignon ſur la ligne des centres; & j'amène la dent qui ſe trouve entre les deux dents caſſées contre le flanc de cette aîle.

J'eſtime que c'eſt dans cette diſpoſition que la dent doit commencer ſon action; & elle doit la continuer, juſqu'à ce que l'aîle ſuivante ſoit amenée au même point d'où la première eſt partie.

Alors, après avoir ajuſté deux éguilles ſur les deux mobiles, l'une & l'autre placées à zéro des deux demi-cercles, je fais mouvoir la roue. Que cette roue ait 72 dents, & qu'on donne 6 aîles au pignon; quand l'éguille attachée à la roue aura parcouru 5 degrés, j'examine ſi celle qui eſt ſur le pignon en a parcouru 60; ce qui eſt un préliminaire indiſpenſable. S'il y en a plus, ou moins, j'eſtime le pignon trop gros, ou trop petit, ſelon l'obſervation faite en traitant de la forme du pignon; & j'y remédie.

L'engrenage étant à cet égard à ſon point de préciſion, il ne s'agit plus que d'examiner ſi la courbe de la denture eſt telle qu'elle puiſſe remplir le but qu'on ſe propoſe.

Pour m'en aſſurer, je ramène les éguilles à zéro; & après avoir

fait parcourir un degré à la roue, je regarde s'il y en a 12 parcourus par le pignon; s'il y en a plus, comme c'eſt l'ordinaire, je lime la courbe à ſon origine, juſqu'à ce que j'aie 12 degrés de la part du pignon, pour un degré du fait de la roue; & conſéquemment 24 pour deux, 36 pour 3, & enfin 60 pour 5.

Si l'on veut pouſſer l'exactitude plus loin, on peut partager en deux parties les degrés parcourus par la roue, & faire 10 diviſions égales des 5 degrés qui conſtituent ſa menée; de ſorte qu'on pourra former une courbe qui ménera le pignon avec uniformité de 6 en 6 degrés, juſqu'au terme de 60 degrés, qui eſt la fin de ſa levée. Je crois que c'eſt-là tout ce qu'on peut exiger de plus précis.

Les dentures qui agiſſent ſur des pignons nombrés comme de 12 aîles, doivent avoir autant de vuide que de plein; & à meſure que les pignons & les roues diminuent en nombre, il faut augmenter proportionnellement le pléin de la denture; de manière que les dents étant ſuffiſamment étoffées, elles préſentent aſſez de ſurface pour qu'on puiſſe donner à la courbe l'étendue néceſſaire. C'eſt ainſi qu'on ſuivra d'auſſi près qu'il ſera poſſible la forme des courbes géométriques.

Si l'on ordonnoit dans une montre tous les pignons de même groſſeur, on mettroit de la ſimplicité dans le plan, & l'exécution en deviendroit plus aiſée & moins imparfaite; en ce que les limes qui auroient ſervi à finir à l'outil la première denture pourroient être employées pour finir les autres.

On pourra dire que cette pratique eſt plus commode qu'exacte; parce que la courbe qui convient à la denture d'une roue de 60 dents, ne peut être celle d'une roue de 48.

Cette objection auroit plus de force, ſi je voulois qu'on appliquât le moyen que je propoſe aux roues de ces montres où l'on eſt dans l'uſage de faire un mélange de gros & petits pignons; je conviens que les dents des roues ſont ſi diſſemblables dans ces pièces, qu'il ne ſeroit pas poſſible de les traiter avec les mêmes limes. Mais les pignons étant d'égale groſſeur; il en réſulte auſſi de l'uniformité dans la groſſeur des dents des roues; de ſorte qu'une roue de 8 lignes & $\frac{2}{3}$ de diamètre,

ayant 60 dents, & une roue de 48 dents ayant 7 lignes, porteront des dents ſemblables, & conviendront l'une & l'autre à un pignon de 6 aîles, & d'une ligne de groſſeur.

Voilà donc une des cauſes de la diverſité de courbure dans les épicycloïdes levée par ce moyen. Car cette diverſité naît, tant de la différence de groſſeur dans les pignons, que de celle qui a lieu dans la grandeur des roues: de ſorte que les pignons étant égaux, cette courbe ne varie plus que comme le diamètre des roues. Or l'effet de cette différence peut être regardé comme nul dans une roue du centre de 60 dents, comparée à la petite roue moyenne; à plus forte raiſon, s'il s'agit de la petite roue moyenne comparée à la roue de champ.

Ainſi, les mobiles étant bien préparés, je dis que la lime qui aura fait la denture d'une de ces roues, menant avec uniformité le pignon, pourra non-ſeulement être employée ſans inconvénient à faire la denture des deux autres roues; mais qu'on ne pourroit ſubſtituer à ce moyen un expédient qui fût ſenſiblement meilleur.

Au ſurplus, il a été démontré par la régularité des vibrations du balancier d'une montre à répétition & à roue de rencontre, exécutée ſelon mes principes, & qui a été ſoumiſe à l'inſpection de quelques-uns des Commiſſaires, nommés pour l'examen de ce Mémoire, que le moyen ſus-indiqué s'il eſt imparfait, n'a pu être manifeſté tel par les oſcillations du balancier, qui rendent ſi ſenſibles toutes les imperfections des engrenages.

Quoique je ſois arrivé au terme que je me ſuis preſcrit, l'on s'appercevra que ce que j'ai expoſé ſur cette matière eſt fort en deça des limites que l'on peut atteindre; mais en attendant que quelqu'un nous donne un traité complet ſur la pratique des engrenages, j'ai penſé que cet eſſai pourroit être de quelque utilité aux Artiſtes, tant pour régler le rapport qui doit ſe trouver entre les roues & leurs pignons, que pour déterminer la profondeur qu'exigent les différens engrenages, & fournir un moyen facile de tracer la courbe des dentures.

L'on trouvera ci-après la deſcription des inſtrumens dont je me ſers

pour obtenir tous ces avantages ; je les ſoumets à l'examen du Comité ; & s'il les juge utiles à la perfection de l'art, & à notre fabrique en particulier, c'eſt avec un vrai plaiſir que j'en rendrai la connoiſſance publique.

Quoique ces inſtrumens puiſſent être d'un uſage général, il n'eſt pas néceſſaire pour qu'ils rempliſſent la plus grande partie de leur but, que chaque ouvrier en ſoit pourvu. Il ſuffira qu'ils ſoient entre les mains de quelques Artiſtes diſtingués par leurs talens, & qui faſſent établir beaucoup de montres. Les calibres qu'ils dreſſeront, pour être remis aux faiſeurs de mouvemens, pourront déterminer la groſſeur des pignons, au moyen de trous formés ſur notre meſure ; de cette manière, l'inſtruction néceſſaire à cette claſſe d'ouvriers réunira ces deux principaux avantages, la briéveté & la ſûreté.

Deſcription du Compas de Proportion, dont on a parlé dans le Mémoire qui précéde, & de ſes différens uſages ; accompagnée de pluſieurs règles importantes dans la pratique de l'horlogerie.

DANS la deſcription que je me propoſe de faire, je ne détaillerai pas les raiſons qui m'ont engagé à la recherche des principes que j'ai adoptés ſur les engrenages, & les eſſais par leſquels je ſuis parvenu à rendre le compas, où j'ai fait l'application de ces principes, plus digne d'être préſenté aux Artiſtes.

Il me ſuffit d'expoſer ici, que c'eſt au commencement de 1773 que je fis exécuter par le Sr. Borel, faiſeur d'outils, le premier inſtrument de cette eſpèce qui ait paru. Cet inſtrument étoit abſolument ſemblable, quant à ſon apparence, à celui dont je préſente ici le deſſin (*voyez fig.* 1.) ſi on en excepte la forme circulaire que j'avois donné à la lame placée au bout de ſes branches.

Le deſir que j'avois de rendre utile cette partie de l'inſtrument, & le peu d'uſages auxquels elle pouvoit ſe prêter ſous cette forme, m'engagèrent dans une conférence à ce ſujet avec M. Abraham Loſſier. C'eſt ami m'aida de ſes lumières; & ſatisfit à mes vues, en m'indiquant la ſubſtitution d'une règle à cette portion de cercle.

J'adaptai enſuite un reſſort au centre de l'inſtrument, pour que l'ouverture du compas ne dépendît pas de la vis de rappel, dont le jeu dans ſon écrou auroit cauſé tôt ou tard quelque inexactitude dans la meſure.

Malgré ces corrections, il s'en falloit bien que cet inſtrument, de même que le Mémoire qui en accompagnoit la deſcription, euſſent le degré d'utilité qu'ils ont aujourd'hui. Ce changement avantageux étoit réſervé au zèle & aux lumières des Commiſſaires nommés par le Comité des Arts, qui voulurent bien coopérer par leurs bons avis à la perfection d'un ouvrage remis à leur examen.

On ſentira par cet expoſé, combien il eſt avantageux aux Artiſtes d'exercer leurs talens au ſein d'une aſſociation qui a pour but l'encouragement des arts, & dont les ſecours peuvent développer des germes, qui ſans elle demeureroient infructueux.

Ce compas d'acier, très-ſolidement fait, eſt cependant ſi léger qu'il ne pèſe pas une once & trois quarts; ſa longueur eſt de ſix à ſept pouces. La vis (*a*) qui eſt au centre de mouvement diviſe l'inſtrument en deux parties inégales; de ſorte que faiſant treize parties de toute ſa longueur, il y en a douze du côté où ſont les branches (*BB*). Sur ces branches ſont ajuſtés des coulans d'une ſeule piéce (*c*), que l'on peut mener de bout en bout, & fixer à telle place qu'on veut, par les vis (*d*).

L'autre portion (*D*), & qui forme le calibre à pignons, fait la treizième partie de la longueur de l'inſtrument.

Au ſommet des branches, on a fixé une règle (*E*) diviſée en pouces & lignes, à la meſure d'un demi-pied de roi; la longueur de cette règle, & l'ouverture du calibre ſont dans le rapport de 12 à 1; de ſorte que les ſix pouces de la règle donnent ſix lignes d'ouverture au calibre

calibre à pignon ; un pouce, une ligne ; une ligne, une douzième de ligne, &c.

Les trois premières lignes (*e*) de la règle ſont diviſées par quarts ; & ces quarts ſont ſubdiviſés en d'autres quarts, qui ſont indiqués ſur une ligne tranverſale par trois points plus petits que ceux entre leſquels ils ſont placés ; de ſorte qu'en faiſant avancer ou retrograder la règle d'un point à l'autre, ſous l'éguille ou index (*H*) qui la couvre, on aura par le calibre à pignon la 192^e^. partie d'une ligne, & la 384^e^. entre deux points (5).

Lorſque le devant de cet index, que l'on fait avancer ſur la règle, eſt ſur une ligne, on a par le calibre à pignon une douzième de ligne ; & ſi on l'a fait avancer aſſez pour que ce ſoit la première des entailles pratiquées ſur le derrière de l'index qui porte ſur cette ligne, on a par le calibre à pignon $\frac{1}{11}$ de ligne & $\frac{1}{4}$, ſoit $\frac{5}{48}$, &c.

Une face des branches, *fig.* 1, préſente cinq colonnes de chiffres ; trois ſur une branche, & deux ſur l'autre. La première de ces colonnes indique tous les nombres dont on peut avoir beſoin, pour des roues qui doivent conduire des pignons de ſix. La ſeconde, tous ceux qu'on peut appliquer aux roues qui conduiſent des pignons de ſept. La troiſième ſert pour les roues menant des pignons de huit. La 4^e^. & la 5^e^. pour celles qui mènent des pignons de dix & de douze.

L'autre face des branches, *fig.* 2, a des diviſions, ſur leſquelles les coulans étant amenés, l'on obtient des meſures qui ſont, quant à l'ouverture du calibre à pignon, comme 2 &c. juſqu'à 12, ſont à 1 ; ces diviſions ſont ſubdiviſées par quarts.

Sur une des branches, ſont indiquées les proportions que doit avoir la fuſée avec le barillet, rélativement au nombre de tours de celle-là, afin d'obtenir une chaine de juſte longueur.

(5) Dans la crainte que ces ſubdiviſions ne puſſent être exactement repréſentées ſur la planche, on a préféré ſimplement de les indiquer. On a de même réduit à des nombres ronds de révolutions de la part des pignons, le nombre de dents que l'on ſuppoſe à leurs roues correſpondantes ; quoique l'inſtrument repréſente effectivement les révolutions de pignons par fractions de 6^e^, 7^e^, 8^e^, 10^e^, 12^e^, ſelon que la colonne eſt pour des pignons de 6, 7, 8, 10 ou 12.

Sur l'autre branche, ſe trouvent les chiffres 11, 13, 15, 17, 19, qui ſont les nombres ſur leſquels la plupart des roues de rencontre ſont fendues.

Un peu plus bas, les mêmes chiffres ſont répétés; & l'objet de ces meſures eſt de donner la groſſeur d'une verge ronde, à gros corps; comme on l'expliquera ci-après.

La *figure* 3, repréſente le barillet & ſon reſſort; les vis par le moyen deſquelles il eſt attaché ſur l'inſtrument, ſe voient deçà & de-là du barillet, ainſi que l'arbre auquel le reſſort eſt accroché.

La *figure* 4, repréſente la vis de rapel & ſes tenons, avec les roſettes qui ſervent à les fixer ſur l'inſtrument.

Joignons à cette deſcription celle de quelques inſtrumens inſéparables du compas de proportion, & qui contribuent à en étendre conſidérablement les ſervices.

Ce ſont des lames dreſſées de chaque côté à la règle; après quoi, on les arrondit légérement pour en ôter les angles; & comme les bouts ſont d'inégale largeur, je nomme ces inſtrumens *Pyramides*. Elles ſont au nombre de quatre; la petite eſt d'acier, & les trois autres de laiton. On les voit ſous les *figures* 5, 6, 7, & 8.

La plus grande largeur de la pyramide, *fig.* 5, eſt d'une ligne; & le bout le plus étroit eſt d'une 6^e. de ligne; ſa longueur eſt d'environ deux pouces; elle eſt diviſée dans cette longueur en douzièmes de ligne, depuis 2 juſqu'à 12. L'utilité de cette pyramide, eſt de pouvoir meſurer les quantités qui ſont au-deſſous d'une ligne; & ſpécialement, d'eſtimer la grandeur des trous, tels que ceux qu'on fait au calibre, pour indiquer la juſte groſſeur des pignons. Elle ſert encore de règle pour agrandir au point convenable le trou d'une roue, dans lequel une rivure doit entrer avec juſteſſe.

La pyramide, *fig.* 6, eſt comme la continuation de la précédente. Son bout le plus étroit eſt d'une ligne, & le plus large de quatre dites; ſa longueur qui eſt de quatre pouces & demi, eſt diviſée en douzièmes de ligne. Elle ſert principalement à faire des trous de la groſſeur préciſe des gros pignons, & à prendre, entre les coulans, le diamètre des petites roues, telles que le compas de proportion les indique.

La troiſième, *fig.* 7, eſt, de même, la continuation de la précédente. Elle a 4 lignes à ſon bout le plus étroit, & 8 au plus large; ſa longueur, qui eſt de ſix pouces, eſt diviſée pareillement en lignes & douzièmes de ligne. Elle ſert à prendre le diamètre des roues, indiqué par le compas de proportion.

La quatrième, *fig.* 8, eſt auſſi la continuation de la précédente. Un de ſes bouts a huit lignes de largeur, & l'autre un pouce; elle eſt pareillement diviſée en lignes & douzièmes de ligne, ſur ſa longueur qui a demi-pied. Au bout le plus large, ſont ajuſtées deux couliſſes, dans leſquelles peuvent gliſſer deux lames d'acier, longues chacune d'un demi-pouce; de ſorte que, quand elles ſont dans leurs couliſſes, & que leurs bouts ſe touchent, elles n'occupent que la largeur de la pyramide; elles ſont aſſujetties à telle place que l'on veut par les vis (*bb*) qui les preſſent; tellement qu'en introduiſant une pyramide entre ces deux lames d'acier, on peut augmenter la meſure juſqu'à dix-huit lignes. Cette pyramide ſert à prendre le diamètre des grandes roues, ainſi que des balanciers; & à repréſenter la grandeur d'un calibre projetté.

A ces pyramides, il eſt utile de joindre l'échelle repréſentée par la *fig.* 9. C'eſt une bande de laiton, formant un quarré long, ſur laquelle on peut prendre des rayons de cercles, depuis un pouce, juſqu'à une vingt-quatrième de ligne, par le moyen d'un trait oblique long de ſix pouces, & qui s'élève d'une ligne depuis ſon origine juſqu'à ſa fin. Les bouts de cette bande qui ont un pouce de largeur, ſont diviſés en douze parties; & ſes côtes ayant ſix pouces de longueur, & étant diviſés en 24 parties, on peut prendre de la première ligne à la ſeconde qui lui eſt oblique, une 24^{e} de ligne, & même une 48^{e} en prenant le milieu entre deux diviſions. De ſorte qu'au moyen de cette échelle, quel que ſoit le diamètre des pignons, roues, balanciers, calibres, &c. indiqué par les pyramides, il peut être repréſenté très-exactement, en le prenant avec le compas.

Uſages du Compas.

1. PAR le moyen des diviſions qui ſont ſur la règle du compas, on peut prendre par le calibre à pignon l'épaiſſeur d'une 384^e^. de ligne juſqu'à demi-pouce ; en ſorte que cet inſtrument peut ſervir aux plus petites meſures, & ſpécialement tenir lieu de calibre à pivots (6)

2. Si on amène les coulans dans le milieu des branches, ſur le chiffre 6, la meſure qu'ils donneront ſera exactement la moitié de celle de la règle ; c'eſt-à-dire, qu'une ligne indiquée par la règle ſera demi-ligne entre les coulans ; & le demi-pied trois pouces ; de ſorte que ſi l'on a quelque choſe à meſurer qui excède la longueur de ſix lignes, on pourra ſe ſervir des coulans juſqu'à la meſure de trois pouces.

3. L'épaiſſeur de la virole, ſoit l'écorce cylindrique d'un barillet, étant communément d'un quart de ligne ; il ſuit de cette obſervation, que meſurant le diamètre extérieur du barillet entre les coulans rangés ſur le chiffre 3 & $\frac{1}{4}$, le calibre à pignon donnera le tiers du diamètre intérieur, & par conſéquent la groſſeur de l'arbre, comme elle doit être.

4. Selon le principe adopté, de donner 100 degrés d'ouverture aux palettes des verges de balancier, & 40 degrés à leur arc de levée ; la largeur dont ces palettes doivent être, ſera déterminée par le calibre à pignon, en meſurant le diamètre de la roue d'échappement entre les

(6) Depuis que les Ouvriers ont entre leurs mains l'*Eſſai ſur l'Horlogerie* par M. Berthoud, ils ſe ſont familiariſés avec ces meſures, & ſavent aujourd'hui ce que vaut $\frac{1}{48}$ de ligne ; on ne pourroit cependant guère changer ce dénominateur ſans les jetter dans l'embarras ; car quoique $\frac{3}{48}$ de ligne reviennent à $\frac{1}{16}$, il vaut mieux ne point réduire cette fraction. Lors donc qu'on voudroit leur faire exécuter, par exemple, un pivot de $\frac{11}{192}$ ou de $\frac{23}{384}$, il vaudroit mieux leur dire : $\frac{2}{48}$ & $\frac{3}{4}$ ou $\frac{2}{48}$ & $\frac{7}{8}$. D'ailleurs, cette manière de compter eſt plus conforme aux meſures indiquées par l'inſtrument même ; puiſque l'eſpace d'une 48^e^ de ligne à l'autre eſt occupé par trois points qui en ſont les quarts ; & qu'en faiſant paſſer l'index au milieu de l'eſpace qui eſt entre deux points, ce mouvement change la meſure d'une 384^e^ de ligne.

coulans placés ſur les chiffres 11, 13, 15, 17 ou 19, ſelon que cette roue aura l'un ou l'autre de ces nombres.

5. Comme on eſt dans l'uſage de faire des verges, qui, par leur groſſeur, reſſemblent à un cylindre, & dont l'axe entaillé environ juſqu'au centre, pour le paſſage de la roue de rencontre, en figure les palettes & détermine leur largeur; on pourra avoir la meſure de ces verges, en plaçant les coulans ſur les chiffres 11, 13, 15, 17, ou 19, au bout deſquels ſe trouve une ligne d'écriture; & le diamètre de la roue d'échappement, pris entre les coulans, donnera par le calibre à pignon la groſſeur de cette ſorte de verge.

6. Ayant obſervé que la proportion de 5 à 3 pour la baze & le ſommet de la fuſée, donnoit à cette pièce la figure la plus approchante de celle qu'elle doit recevoir, étant égaliſée au reſſort; j'ai fixé ces proportions ſur une des branches, en les indiquant par ces mots: *Baze de la fuſée*; *Sommet de la fuſée.*

Mais comme la fuſée doit être plus grande ou plus petite, à raiſon du nombre de tours que la chaîne fait ſur elle; voici la manière d'en déterminer la groſſeur: Selon que la fuſée aura 5, 6, 7 ou 8 tours; amenez les coulans ſur l'un ou l'autre de ces chiffres; & là, prenant le diamètre du barillet, fixez-y le Compas; enſuite, deſcendant les coulans ſur la diviſion qui a pour titre, *Baze de la fuſée*, l'intervalle des coulans vous donnera cette Baze; de même, en les deſcendant ſur la diviſion qui a pour titre, *Sommet de la fuſée*, vous en obtiendrez le ſommet.

Comme l'uſage le plus fréquent eſt de donner ſix tours à la fuſée, c'eſt pour cette raiſon que, ſous le chiffre 6, j'ai placé le mot *Barillet*, pour indiquer que c'eſt-là où ſon diamètre doit être pris; mais ſi la fuſée a 6 ½ ou 7 tours, on rangera les coulans ſur 6 ½ ou 7, pour y meſurer le barillet.

Au ſurplus, l'inſtrument ſe prêtant à telle meſure qu'il plaira de l'aſſujettir, ceux qui voudront des fuſées plus grandes ou plus petites, pourront ſe les procurer telles, ſans changer la proportion de 5 à 3, rélativement aux deux diamètres de ce mobile.

7. Dans les cinq colonnes de chiffres, tracées ſur les branches de l'inſtrument, on trouve tous les nombres dont on peut avoir beſoin pour les mobiles de l'horlogerie. Ainſi, voulez-vous avoir la groſſeur d'un pignon correſpondant à une roue quelconque? Cherchez la colomne qui marque le nombre d'aîles dont votre pignon doit être pourvu; & prenant dans cette colonne le nombre des dents de votre roue, fixez-y les coulans; meſurez, enſuite, la roue entre ces coulans; & vous aurez par le calibre de l'inſtrument la groſſeur de votre pignon. Voulez-vous, au contraire, avoir la grandeur de la roue par le pignon? Ouvrez le Compas de manière que ſon calibre à pignon en contienne le diamètre; & après avoir placé les coulans ſur le nombre des dents de la roue pris dans la colonne des aîles du pignon, l'intervalle de ces coulans vous donnera le diamètre de la roue.

Et comme une roue plate coûte beaucoup moins à refaire qu'un pignon qui ſe trouveroit un peu trop gros ou trop petit, on peut rectifier cette irrégularité dans un ouvrage déja fini, en faiſant une roue plus grande ou plus petite, ſelon que le Compas l'indiquera; & ſi on ne peut en changer le diamètre, l'on montera ou l'on deſcendra les coulans à la meſure du diamètre de la roue à refaire; & là où ils ſeront arrêtés, l'inſtrument indiquera ſi c'eſt une ou deux dents qu'il faut ajouter, ou retrancher, au nombre de celles dont elle eſt pourvue.

Enfin, rien n'eſt plus commode pour projetter telle conſtruction de calibre qu'il plaira d'imaginer, que cette facilité avec laquelle on peut ſavoir d'avance quel ſera le diamètre des mobiles qui doivent entrer dans le plan qu'on ſe propoſe; & juſqu'où l'on peut aller dans l'exécution, en faiſant choix de pignons plus ou moins nombrés, ſelon un calibre de grandeur donnée: ce qui donne la faculté de le tracer ſans place perdue, ni gêne quelconques.

8. On ſait qu'il n'y a point d'inſtrument qui exige tant de juſteſſe & de préciſion que celui qui ſert à faire les engrenages, & l'on auroit peut-être de la peine à croire que notre Compas pût en tenir lieu. Cependant c'eſt là un de ſes principaux avantages; & telle eſt l'exactitude des principes ſur leſquels eſt fondée ſa diviſion, qu'en y appor-

tant l'attention requiſe, on obtiendra par ſon moyen un rapport auſſi juſte, que par l'inſtrument qui eſt deſtiné uniquement à cet uſage ; & voici comment :

On conſidérera, que chaque révolution du pignon autour de la roue qui le mène, eſt exprimée ſur les branches du Compas, par la colomne des pignons de ſix, de 6 en 6 points ; par celle des pignons de ſept, de 7 en 7 points ; & enfin par celles des pignons de huit, dix, douze, de 8 en 8 ; de 10 en 10 ; & de 12 en 12 points. Or après qu'on aura pris le diamètre d'une roue quelconque, par le moyen des coulans placés dans la colonne du pignon auquel elle engrène, ſur les chiffres qui expriment le nombre des dents de cette roue ; ſi l'on monte les coulans d'autant de points qu'il y a d'aîles à ſon pignon, on aura là le diamètre de la roue augmenté du diamètre primitif du pignon ; & enfin, ſi on élève les coulans d'un point de plus, cette augmentation ſera du diamètre total.

Puis donc qu'au rayon de la roue on peut joindre telle grandeur que l'on veut ; il ne s'agit que d'y ajouter le rayon du pignon pris où ſe termine l'engrenage, ſoit le rayon de l'axe de ce pignon, ſelon l'eſtimation qui en eſt faite dans la table qui s'y rapporte dans notre Mémoire. Par exemple, nous avons montré que l'engrenage d'une roue de 60 dents, agiſſant ſur un pignon de 6, & d'une ligne de groſſeur, en prendra les $\frac{1}{2}$, ſoit la moitié de ſon rayon ; ce qui réduira l'axe de ce pignon à $\frac{1}{4}$. ligne. Donc, ſi on ajoute $\frac{1}{2}$ ligne à 8 lignes & $\frac{1}{3}$ de diamètre que la roue doit avoir, on aura pour diſtance des centres de ces deux mobiles, la moitié de ces diamètres, ſoit 4 lignes $\frac{7}{12}$; & l'engrenage ſera fait.

Or pour obtenir cette meſure par notre Compas, on élèvera les coulans de $3\frac{1}{2}$ points au-deſſus du nombre des dents que porte la roue. Ainſi la règle à ſuivre afin d'obtenir l'engrenage pour tout pignon, eſt : de meſurer d'abord ſa roue, comme à l'ordinaire, en plaçant les coulans au nombre convenable ; enſuite, de monter les coulans au-deſſus de ce nombre, de $3\frac{1}{2}$ points pour pignons de 6 ; de $4\frac{1}{2}$ pour ceux de 7 ; de $5\frac{1}{2}$ pour ceux de 8 ; de $7\frac{1}{2}$ pour ceux de 10 ; & de $9\frac{1}{2}$ pour

ceux de 12. Alors, l'ouverture du Compas contiendra exactement entre les coulans une quantité, dont la moitié ſera la diſtance des deux centres que doivent occuper la roue & le pignon, pour que l'engrenage ſoit juſte.

Par cette méthode, il eſt aiſé de réſoudre ce problême : *Les centres de deux mobiles étant donnés, ainſi que leurs nombres, déterminer leur grandeur.* Pour cet effet, opérant comme nous venons de le dire, prenez dans le Compas la colonne du même nombre que votre pignon ; & voyant ſur cette colonne le nombre de dents que doit avoir votre roue, placez les coulans au-deſſus du chiffre qui l'indique, de la quantité de points deſignée dans le paragraphe précédent, ſelon le nombre de votre pignon. Ouvrez enſuite le compas, de manière que les coulans ſoient éloignés l'un de l'autre de la double diſtance des deux mobiles ; ce qui ſe fera aiſément par les pyramides. Alors, le calibre à pignon de l'inſtrument vous donnera la groſſeur de votre pignon. Puis, ſans déranger le Compas, ſi vous deſcendez les coulans ſur le nombre des dents de la roue, marqué ſur la même colonne, l'intervalle de ces coulans vous donnera le diamètre de ce mobile.

9. La roue de roſette, & le rateau où elle engrène, doivent avoir à leurs circonférences des dents, qui permettent de faire un engrenage ſans lochement, & tout-à-fait clos ; afin que, quand on fait paſſer l'éguille de roſette d'une diviſion à l'autre, on puiſſe être aſſuré que le rateau a fait un chemin égal ; & comme ce n'eſt à l'ordinaire qu'en tâtonnant qu'on rencontre les nombres convenables, on trouvera ſans doute commode qu'on puiſſe les déterminer par notre compas. Pour cet effet, on placera les coulans ſur le nombre 30 de la Colonne des pignons de 6, en ſuppoſant qu'on veuille donner 30 dents à la roue de roſette ; & là, on prendra le diamètre de cette roue. Puis, ſans changer l'ouverture du Compas qu'on aura obtenue, on montera les coulans autant que le diamètre du rateau l'exigera pour qu'il puiſſe y être compris ; & en obſervant le nombre auquel ces coulans ſeront arrêtés, on donnera ce nombre au rateau, diminué d'un unité ; autrement, les dents de la roue ſeroient un peu trop groſſes.

Mais

Mais quelquefois il arrive, que l'on a une roue de roſette à refaire, ſoit parce que l'engrenage avec le rateau n'eſt pas bon, ou qu'on eſt obligé de la faire plus grande ou plus petite ; en ce cas, & pour rencontrer le nombre qu'il convient de lui donner, fixez l'inſtrument de telle ſorte que trois pointes de dents du rateau ſoient meſurées par ſon calibre à pignon ; puis, placez les coulans de manière que vous ayez là le diamètre de la roue ; alors, le nombre de la colonne des pignons de 6 où les coulans s'arrêteront, ſera celui ſur lequel il conviendra de la faire fendre.

10. Il n'eſt pas indifférent de faire de groſſes ou de petites dents au rochet d'encliquetage de la première roue du petit rouage ; & il eſt eſſentiel que les horlogers indiquent eux-mêmes le nombre ſur lequel il convient de tailler les rochets, plutôt que d'en abandonner le ſoin aux fendeuſes. Pour cet effet, on ouvrira le Compas de manière que l'index de la règle ſoit ſur $4\frac{1}{2}$ lignes. Enſuite, on placera les coulans de telle ſorte qu'ils embraſſent exactement le diamètre du rochet que l'on veut faire tailler. Enfin, on fera fendre ce rochet ſur le nombre de la colonne des pignons de 6, qui ſera indiqué par le coulant. De cette manière, on aura des dents bien proportionnées & telles qu'il convient. On peut ſuivre la même règle pour tout autre rochet.

11. L'épaiſſeur de la lame d'un reſſort ſpiral de force & grandeur moyennes n'eſt pas moindre d'une 48^{e}. de ligne ; celle d'un reſſort de barillet de 16 à 17 pouces de longueur, ſur une ligne & un tiers de hauteur, eſt communément d'une 12^{e}. de ligne, ſoit quatre fois l'épaiſſeur du reſſort ſpiral ; & celle d'un reſſort de pendule, large d'un pouce, & long de 7 pieds, n'eſt que d'une 6^{e}. de ligne, ſoit huit fois l'épaiſſeur du reſſort ſpiral. On voit par-là que l'épaiſſeur des lames ne ſuit point la proportion des grandeurs. Et en comparant des reſſorts faits pour des montres dont les calibres étoient de 14 & de 18 lignes de diamètre, je n'ai trouvé de différence entr'eux que dans la longueur & hauteur des lames, mais peu ou point dans leur épaiſſeur.

Puis donc que la largeur des lames eſt comme la hauteur intérieure du barillet ; ſi par le diamètre de celui-ci on peut connoître quelle

doit être la longueur du reſſort, rélativement au nombre de tours qu'il doit faire, tout ſera déterminé; car en preſcrivant la longueur du reſſort, & ordonnant que par ſon développement le barillet faſſe 5 tours ſelon l'uſage, l'épaiſſeur de la lame ſera donnée.

Pour avoir cette longueur dans tous les cas, on placera les coulans ſur le nombre 30 de la colonne des pignons de 6; on ouvrira le compas par la vis de rappel, juſqu'à ce que le diamètre du barillet ſoit contenu entre les coulans; & conſidérant les lignes de la règle comme autant de pouces, on aura, par la quantité que l'index en indiquera, le nombre de pouces à donner au reſſort qui doit entrer dans le barillet meſuré.

La quantité d'acier qui entre dans le barillet ne pouvant être augmentée au-delà de ce que donne cette meſure, on ne peut rien obtenir de plus; mais ſouvent l'on obtient moins, quand on n'en fait pas uſage. Car il faut remarquer, que les faiſeurs de reſſorts n'ont pour la plûpart d'autre règle à cet égard que le tâtonnement; ils eſſayent un reſſort dans le barillet qui leur eſt donné, & s'il ne fait pas les tours requis, ils n'ont d'autre moyen que de l'accourcir; ce qu'ils ne peuvent faire que de deux manières, ſavoir, en le rognant par le centre, ou par la partie extérieure. Le premier de ces expédiens ſeroit le meilleur. Mais comme le reſſort eſt déja roulé lorſqu'ils l'eſſaient, il ne leur reſte plus de choix; & ils l'accourciſſent par la partie extérieure; ce qui tend à lui faire perdre une aſſez grande partie de ſa force.

Pour s'en convaincre, on n'a qu'à répéter cette expérience déja connue: Prenez deux reſſorts, de même longueur, hauteur, & épaiſſeur; en ſorte que le barillet où on les ajuſtera (que je ſuppoſe de ſix lignes de diamètre) faſſe exactement 5 tours, par le développement de l'un & de l'autre de ces reſſorts. Retranchez un demi-pouce au centre de l'un des deux; ôtez une quantité double à la partie extérieure de l'autre. Et vous verrez que par le développement de ces reſſorts, il n'en réſultera qu'une même quantité de tours. Mais ces reſſorts ſeront inégaux dans leurs effets comme dans leur longueur; c'eſt-à-dire, que le plus court ſera auſſi le plus foible: D'où il faut conclure, que pour

n'être pas exposé à la mauvaise opération de ces accourcissemens de la part des ouvriers, il y a un avantage réel à leur prescrire la juste longueur que doit avoir le ressort. Si, de plus, il vient à se rompre, celui qui le remplacera étant de même longueur, hauteur & épaisseur, l'on pourra compter sur les mêmes résultats, pourvu que la trempe soit la même.

12. On voit souvent, même dans des montres assez bien faites, que les pivots des arbres du barillet, de la fusée, de la 1^e. roue du petit rouage, & de la roue du centre, ne sont déterminés dans leur grosseur par aucune règle, & qu'on ne consulte point à cet égard le diamètre des calibres; quoiqu'il soit certain qu'un trop gros pivot fait perdre une partie de la force motrice.

Pour remédier à cet abus, & fournir aux ouvriers un moyen sûr de proportionner les pivots desdits mobiles aux efforts qu'ils ont à supporter, & ne leur laisser que ce qu'exige la solidité; on placera les coulans sur le chiffre $10\frac{1}{2}$; & là, on prendra le diamètre de la roue de fusée; ce qui donnera par le calibre à pignon la grosseur de la tige où se fait le quarré. On mesurera à la même place le diamètre du barillet; puis celui de la 1^e. roue du petit rouage; & l'on aura, soit par la règle, soit par le calibre à pignon, la grosseur des pivots de ces mobiles.

Le pivot de la 1^e. roue du petit rouage étant donné par le diamètre de sa roue, on pourra faire celui de la roue du centre de même grosseur; & dans les montres simples où il n'y a point de petit rouage, on donnera à la tige de la roue du centre le quart de la grosseur du pignon: pour cet effet, il n'y a qu'à placer les coulans sur le chiffre 4; & là, mesurant le pignon dont il s'agit, on en aura le quart par le calibre à pignon, ou par la règle au bout des branches.

13. Par le moyen de ce compas, on peut avoir réciproquement le diamètre du cylindre par celui de la roue; ou le diamètre de la roue par celui du cylindre; & toutes les autres dimensions à donner aux deux mobiles qui constituent cet échappement.

En général, ceux qui s'exerceront dans le maniement de notre

compas, trouveront par ſon moyen toutes les meſures & les proportions dont ils auront beſoin, pour mettre d'accord entr'eux les différens mobiles de l'horlogerie, & les diverſes parties qui les compoſent.

14. Enfin, d'entre les avantages qu'il procure, celui de pouvoir tracer un calibre de montre ſimple ou à répétition, de manière que tous les mobiles qui le compoſent obtiennent le meilleur emplacement, & les proportions les plus exactes, eſt aſſurément bien précieux. Mais comme le plan des montres varie, ſelon la fantaiſie des Artiſtes, il convient de faire choix, entre tous ces plans, de celui qui paroît réunir le plus d'avantages.

D'abord, je hazarderai de répondre à une queſtion faite en différens tems, & qui ſe préſente ici naturellement; ſavoir, ſi dans cette diverſité de grandeurs dont on fait les montres, il n'y en a pas une à préférer pour les obtenir meilleures; ou ſi ce choix eſt indifférent.

L'expérience m'a appris que plus les montres ſont petites, comme, par exemple, celles de $\frac{1}{2}$ pouce de diamètre, que l'on met en bague, plus auſſi le reſſort moteur eſt puiſſant à proportion; & plus le régulateur par conſéquent peut être grand & peſant; l'on peut compter alors que l'inertie des roues ſe réduit à zéro.

Le régulateur, au contraire, d'une montre dont le calibre ſera de deux pouces de diamètre, comparé avec celui des petites montres, manifeſtera le peu de force qu'on peut eſpérer d'une fort grande piéce; & l'inertie des roues devient ici un objet de compte.

Si, par ce début, on concluoit que les petites montres ſont les meilleures, on ſe tromperoit; car la bonne exécution de ces petites machines devient infiniment difficile, pour ne pas dire impoſſible. C'eſt ici que les échappemens à repos ſont abſolument néceſſaires. L'on eſt contraint d'employer les pignons les moins nombrés; & de diminuer le diamètre des pivots, au-delà de ce que permet la matière qu'on employe.

Il eſt des amateurs pour qui la bonté d'une telle montre n'en fait pas le mérite; & qui eſtiment ce bijou à proportion de la difficulté que l'on éprouve à l'exécuter, & de la forme ſingulière qu'on aura

ſu lui donner. Mais ſi l'on veut principalement avoir égard à l'utilité, je crois devoir marquer ici qu'un calibre d'un pouce de diamètre n'eſt pas encore aſſez grand pour faire une bonne montre ; puiſqu'avec ce diamètre, les pivots deviennent fins au point de n'avoir pour groſſeur qu'environ une 24^e^. de ligne, ce qui eſt leur dernier terme de diminution. De plus, on ne peut faire uſage que des pignons de 6 aîles ; & ſi l'échappement eſt à roue de rencontre, comme le ſont la plûpart, la petiteſſe de cette roue ne permet qu'un petit nombre de dents ; ainſi l'on perd les avantages dont M. Romilly fait mention dans l'article *Frottement* que nous avons déja cité. » Il faut, dit-il, donner à la roue d'échappement le plus grand nombre qu'il ſe pourra. » 1°. Cette roue étant fort grande, on y pourra faire un grand nombre de dents, ce qui diminue les révolutions. 2°. Cette roue étant » bien nombrée, ſes dents tendent à être parallèles entr'elles ; & par » ce moyen l'action des dents ſur le rayon du cylindre ou palettes de » l'axe du balancier, rapproche de la ſimple pulſion ; ce qui donne » beaucoup de facilité, pour faire décrire l'arc de levée. 3°. Le frottement des pivots eſt moindre ſur une grande roue que ſur une petite. » 4°. Le recul dans l'échappement eſt en raiſon compoſée de la » directe des arcs que le balancier décrit, & de l'inverſe du nombre » des dents de la roue ; de même l'arc de repos eſt d'autant plus » grand que la roue eſt moins nombrée : d'où il ſuit, par le concours » de ces quatre cauſes, une diminution de frottement ſur l'échappement ſoit à repos ou à recul, objet le plus intéreſſant de toute » l'horlogerie. »

Un calibre de 12 lignes étant donc trop petit pour l'exécution d'une bonne montre, il convient de faire choix d'un plus grand diamètre, comme de 15 à 18 lignes. On peut dans ces grandeurs employer des pignons de 8, & même de 10 aîles ; nombrer la roue d'échappement depuis 15 juſqu'à 19 dents ; & compter ſur une aſſez grande quantité de force motrice, pour qu'on ne ſoit pas obligé de diminuer le diamètre des pivots au-delà de ce qu'exige la matière.

Dès que toutes les conditions qui conſtituent un bon ouvrage peu-

vent être obſervées, au moyen d'une certaine grandeur, il eſt inutile de chercher d'autres meſures; & l'on doit s'en tenir à celle-là.

Quant à l'emplacement & aux dimenſions des mobiles, je donne la préférence au calibre tracé de manière que le barillet ſoit de la hauteur de la cage; que la petite roue moyenne paſſe ſous la roue de fuſée, & par-deſſus la roue du centre; & que tous les petits pignons ſoient d'égale groſſeur.

Ce choix eſt fondé 1°. ſur ce que, par l'expérience, j'ai toujours trouvé plus de force dans le reſſort moteur; c'eſt ce dont il eſt aiſé de trouver la cauſe.

Un calibre de 16 lignes de diamètre, dont le pignon du centre ſera de 12 aîles, & de 20 $\frac{1}{2}$ douzièmes de ligne de groſſeur, ne laiſſera pour le diamètre d'un barillet fait de la hauteur de la cage que 85 $\frac{1}{4}$ douzièmes de ligne; encore faut-il retrancher de ce diamètre la largeur de la chaîne, que j'évalue $\frac{1}{4}$ de ligne, ſoit 3 douzièmes. Ainſi, toute réduction faite, le diamètre du barillet reſtera à 82 $\frac{1}{4}$ douzièmes.

La hauteur des piliers étant ſuppoſée de deux lignes, on pourra eſtimer la hauteur intérieure du barillet à 19 douzièmes de ligne; en évaluant l'épaiſſeur de ſes fonds, & ſes jours avec les platines, à 5 douzièmes.

Si le barillet paſſoit par deſſus le pignon du centre, il auroit pour diamètre tout le rayon de la platine, moins ce qu'il faut retrancher pour la largeur de ſa chaîne, & pour ſon paſſage avec la tige de la roue du centre, dont nous pouvons eſtimer le rayon à $\frac{5}{12}$ de ligne de grandeur. Nous aurons donc en tout 5 douzièmes à retrancher des 96 douzièmes, qui font le rayon de la platine : ainſi le diamètre de ce barillet aura 91 douzièmes de lignes. Quant à ſa hauteur intérieure, elle ſera moindre que celle du barillet dont nous venons de parler, de l'épaiſſeur de la roue de fuſée, qu'on ne peut eſtimer au deſſous de 5 douzièmes de ligne, y compris ſes jours avec la platine & le barillet.

Voyons maintenant quelle ſera la longueur des deux reſſorts qui doivent occuper le vuide de ces deux barillets : Nous aurons pour le reſſort le plus court & le plus haut 18 pouces & $\frac{1}{4}$, ſoit 219 lignes, & 20 pouces pour le plus long & le plus bas, ſoit 240 lignes.

Nous avons vu ci-deſſus que les reſſorts peuvent être ſenſiblement de même épaiſſeur, & ne différer qu'en hauteur & longueur. Ainſi, en multipliant la longueur de ces deux reſſorts par la hauteur de leurs lames, nous aurons $346\frac{1}{4}$ pour produit de 219 lignes multipliées par 1 ligne & $\frac{7}{11}$; & 280 pour produit de 240 lignes multipliées par une ligne & $\frac{1}{8}$. Celui donc qui donne le plus grand produit a le plus d'acier; il a conſéquemment plus de force; & doit être préféré, quand même on compteroit pour rien l'avantage qu'ont les lames larges ſur celles qui ſont étroites, de ſe rouler ſans ſe tordre.

2°. On ne peut faire uſage, pour les répétitions, de calibres où la petite roue moyenne paſſe entre le crochet de fuſée & le pignon de roue de rencontre, ou entre la roue de champ & la roue de fuſée. Cette conſtruction n'eſt même praticable dans les montres ſimples, qu'autant qu'elles ſeront d'une hauteur plus que moyenne. Je n'admets pas mieux la conſtruction qui fait paſſer cette roue ſous celle du centre; parce que ſon engrenage avec le pignon de roue de champ ayant lieu très près du pivot, la juſteſſe de ſon trou eſt bientôt détruite.

L'emplacement de la petite roue moyenne entre la roue de fuſée & celle du centre, a l'avantage de fixer ſon engrenage aſſez au deſſus du pivot de la roue de champ, pour laiſſer à ſon pignon un tigeron paſſablement long; & ſi l'on a ſoin de faire le pont qui reçoit le pivot de la petite roue moyenne auſſi haut que le cadran le permet, la roue ſera ſuffiſamment éloignée de ſon pivot; par ce moyen, l'on obtiendra ce qu'il y a de bon dans les autres conſtructions, & l'on n'en aura pas les inconvéniens. D'ailleurs, toutes les montres, hautes ou baſſes, ſimples ou à répétition, peuvent être faites ſur ce plan.

Enfin, la poſition de la petite roue moyenne ainſi fixée, l'on pourra tenir la potence plus haute qu'aux autres calibres, de l'épaiſſeur d'une roue plate : ce qui fait un objet aſſez conſidérable ſur le diamètre de la roue de rencontre; puiſque, par ce moyen, on peut en augmenter le nombre des dents, ou au moins exécuter l'échappement avec plus de facilité.

3°. Nous avons déja fait voir dans la 1re. partie de ce Mémoire, quel

eſt l'avantage d'avoir tous les petits pignons de même groſſeur ; outre que l'exécution en eſt plus aiſée, ils plaiſent à l'œil, ainſi que les dentures, par leur uniformité. Mais il faut obſerver que, ſelon cette diſpoſition, les roues doivent être différemment nombrées ; c'eſt-à-dire, que la roue du centre, au diamètre de laquelle on n'a pas aſſez d'égard, rélativement aux petites roues qui la ſuivent, doit être chargée d'un plus grand nombre de dents ; tellement que ſi les trois roues qui précédent une roue d'échappement de 13 dents, ont enſemble 159 dents, on en donnera 64 à la roue du centre, 50 à la petite roue moyenne, & 45 à la roue de champ : ce qui produira 17333 vibrations au balancier. On remarquera à l'égard d'un calibre de rouage à répétition, qu'il ne faut pas faire les dernières roues trop petites ; car, par-là, on s'éloigneroit du but qu'on ſe propoſe, de modérer ſa courſe avec un nombre de dents donné.

Pour rendre cette vérité ſenſible à ceux qui n'en ont pas fait l'expérience, je propoſe, dans un petit rouage, 78 dents à diſtribuer ſur les trois dernières roues, engrenant dans des pignons de 6. Selon la pratique de pluſieurs, on donneroit 32 dents à la première, 25 à la ſeconde, & 21 à la dernière. Au lieu que, ſi on fait ces trois roues d'égale grandeur, & de 26 dents chacune, il réſultera de la multiplication des révolutions des pignons autour de leurs roues deux produits différents ; & l'on trouvera, ſelon cette dernière méthode, environ $3\frac{1}{3}$ tours de plus au dernier pignon pour une révolution de la 1^e^. de ces trois roues. Or comme les deux roues qui précédent celles-ci ont pour l'ordinaire, l'une 42 dents, & l'autre 34 ; (7) le pignon engrené par la ſeconde de ces roues fera $39\frac{2}{3}$ tours pour un tour de la première ; & ce nombre multiplié par $3\frac{1}{3}$ exprimera la ſomme des tours que fera de plus le dernier pignon, au moyen de cette égale diſtribution des nombres ; ce qui donnera environ 139 tours.

Voyons maintenant quel uſage nous pouvons faire du compas de proportion

(7) L'on peut donner auſſi à cette roue le nombre 36, comme nous l'avons fait dans la Table qui termine ce Mémoire.

proportion pour tracer un calibre tel que nous venons de l'expoſer. Il ſuffit d'en tracer quelques-uns avec cet inſtrument, pour être au fait de la manière dont on peut l'appliquer à telle conſtruction de calibre qu'il plaira d'imaginer, non-ſeulement de montres, mais auſſi de cadratures, &c.

Calibre de Montre ſimple.

PLACEZ les coulans ſur le chiffre 88 de la colonne des pignons de huit; ou ſur 110 de celle des pignons de 10; ou ſur 132 de celle des pignons de douze; & là, prenant le diamètre du calibre que vous aurez à tracer, la règle au bout des branches & le calibre à pignon vous donneront la groſſeur du pignon du centre, ſelon que vous le voudrez de 8, de 10 ou de 12 aîles, en ſuppoſant cinq révolutions autour de la roue qui doit le conduire.

Mais ſi on veut que le pignon ne faſſe que 4 ou 4 ½ révolutions; en ce cas, pour chaque demi-révolution, deſcendez les coulans d'autant de points qu'il y a d'aîles au pignon; & vous aurez également en meſurant le diamètre du calibre entre les coulans, la groſſeur du pignon du centre, indiquée par la règle de l'inſtrument & par ſon calibre à pignon. Si, par exemple, on vouloit un pignon de 12 aîles au centre, conduit par une roue de 48 dents; & qui ne fît, par conſéquent, que 4 tours pour un de la roue; il faudroit, pour en obtenir la groſſeur, que le diamètre du calibre fût meſuré entre les coulans placés ſur le chiffre 108, au lieu de 132, & ainſi des autres.

La groſſeur du pignon du centre étant tracée ſur le calibre, l'eſpace que doit occuper le barillet eſt déterminé; en le faiſant de la hauteur de la cage, il aura ſon centre entre le pignon ſuſdit & le bord du calibre, l'eſpace pour le paſſage de la chaîne étant réſervé.

Enſuite, ſuppoſant que le pignon en queſtion eſt de 10 aîles, & de 5 révolutions, placez les coulans ſur 57 ½ de la colonne des pignons de 10; & ouvrez le compas, en enfonçant une pyramide entre les coulans, juſqu'à ce que l'index de la règle ſoit parvenu à la meſure

qui indique la groſſeur du pignon ; puis, regardant ſur la pyramide combien il y a de lignes, & de douzièmes de ligne indiquées ; & prenant avec un compas la moitié de la quantité trouvée, vous la marquerez par un trait ſur le calibre, pour que le centre de la roue de fuſée s'y rencontre, & que l'engrenage avec ſon pignon ſe trouve fait. Après quoi, vous deſcendrez les coulans ſur le chiffre 50 de la colonne des pignons de 10 ; & enfonçant de même une pyramide entre les coulans, juſqu'à ce que la groſſeur du pignon ſoit indiquée par la règle, vous aurez alors le diamètre de la roue de fuſée ; vous le prendrez avec un compas ſur l'échelle ; & le tracerez ſur le calibre, de manière qu'il atteigne le diamètre du barillet. Par ce moyen, cette roue ſera ſi bien ſituée, qu'étant d'engrenage avec ſon pignon, ſa circonférence s'étendra juſqu'au bord du calibre.

La roue de fuſée & le barillet étant poſés, prenez le diamètre de celui-ci entre les coulans placés ſur le chiffre 6, où le mot *barillet* eſt écrit ; puis, deſcendez les coulans ſur le chiffre 5, & enſuite ſur le chiffre 3 ; vous aurez au premier de ces deux chiffres le diamètre de la baſe de la fuſée ; & au ſecond, celui du ſommet, que vous tracerez ſur la roue.

Comme l'arbre de fuſée eſt, dans les montres de moyenne grandeur, à-peu-près auſſi gros que l'axe du pignon du centre, meſuré où l'engrenage ſe termine ; il ſuit de cette obſervation, que le diamètre de la roue du centre ne doit pas excéder celui de la roue de fuſée. On le tracera donc égal à celui-ci : cependant, lorſque l'axe du pignon du centre excédera la groſſeur d'une ligne, on pourra joindre cet excédent au diamètre de ſa roue.

Ces trois mobiles ainſi fixés, il s'agit d'aſſigner la place aux petites roues, & de trouver la groſſeur de leurs pignons. Pour cet effet, & en ſuppoſant qu'on veuille donner 13 dents à la roue d'échappement, & 17333 vibrations au balancier, les petits pignons étant de 6 aîles ; on placera les coulans ſur le nombre 64 de la colonne des pignons de 6, lequel indique le nombre de dents qu'on doit donner à la roue du centre ; & là, meſurant le diamètre de cette roue, la groſſeur des petits pignons ſera indiquée par la règle, & donnée par le calibre à pignon.

Enſuite on cherchera la diſtance qui doit ſe trouver entre le pignon de la petite roue moyenne & la circonférence de la roue du centre; ce qu'on obtiendra, en montant les coulans ſur 67 $\frac{1}{2}$; & en y enfonçant la pyramide, juſqu'à ce que l'index de la règle ſoit à la meſure déja connue des petits pignons. Après quoi, l'on procédera pour l'emplacement de cette roue, comme on a fait pour marquer le centre de la roue de fuſée; c'eſt-à-dire, que l'on prendra ſur l'échelle avec le compas la diſtance entre les coulans, qui eſt indiquée par la pyramide; puis, l'on marquera par un point la place du pignon à égale diſtance de la roue de fuſée & de celle du centre.

Pour continuer enſuite l'opération, l'on prendra le diamètre de la petite roue moyenne, en ouvrant de nouveau le compas de proportion à la groſſeur des petits pignons, après avoir placé les coulans ſur le chiffre 50 de la colonne des pignons de 6; l'intervalle des deux coulans donnera le diamètre de cette roue, que l'on tracera ſur le calibre.

Enfin, pour indiquer où doit ſe trouver l'axe du pignon de roue de champ, on procédera comme il a été dit à l'égard de la petite roue moyenne & de la roue du centre; puis, le calibre de l'inſtrument étant ouvert à la groſſeur des petits pignons, on deſcendra les coulans ſur le chiffre 45; la pyramide placée entre ces coulans donnera le diamètre de la roue de champ, que l'on tracera ſur le calibre, de manière que la circonférence de cette roue en atteigne le bord.

Mais il ne ſuffit pas, pour tracer un calibre, de régler ce qui concerne les pignons & les roues; il faut encore pourvoir au régulateur, ſoit balancier, dont le diamètre dépend de la puiſſance motrice qu'on peut eſpérer d'une grandeur de calibre, & d'une hauteur de piliers données.

Pour déterminer la hauteur des piliers par le compas de proportion; on placera les coulans ſur les chiffres de la colonne des pignons de 12, qui ſont indiqués dans la Table ci-après, pour chaque grandeur de calibre; & le diamètre de la platine étant exactement pris entre les coulans, l'on aura par le calibre à pignons la hauteur cherchée.

TABLE.

Calibres ou Platines.	*Chiffres de la colonne des pignons de 12, où devront être placés les coulans.*
De lignes. 12 —	Placez les coulans ſur le chiffre 140
— 1/4	137
— 1/2	134
— 3/4	131
13 —	128
— 1/4	125
— 1/2	122
— 3/4	120
14 —	118
— 1/4	116
— 1/2	114
— 3/4	112
15 —	110
— 1/4	108
— 1/2	106
— 3/4	105
16 —	104
— 1/4	103
— 1/2	102
— 3/4	101
17 —	100
— 1/4	99
— 1/2	98
— 3/4	97
18 —	96

Telles ſont les hauteurs que je donne à mes piliers, ſelon le différent diamètre des calibres que j'ai occaſion de tracer.

Lorſque le pignon du centre eſt donné, on ſait auſſi quel doit être exactement le diamètre du barillet; & par là même, la longueur du

reſſort qu'il doit contenir; comme nous l'avons expliqué au N°. 11. Or, on peut, ſans erreur ſenſible, partir de ce point : qu'un reſſort de 14 pouces, convenable au barillet d'un calibre de 12 lignes de diamètre, aura 7 deniers de force ſur une fuſée de 6 tours, ſelon l'eſtimation faite par le levier gradué de M. Berthoud, appliqué au quarré de ce mobile. Et lorſque la grandeur du barillet ſera telle que l'inſtrument indique un $\frac{1}{2}$ pouce à donner de plus au reſſort, on trouvera la force motrice augmentée d'un denier; & toujours d'autant juſqu'à la meſure de 20 pouces. Cette meſure, dans un barillet de 7 lignes $\frac{1}{2}$ de diamètre extérieur, devra donner 19 deniers, par le même levier appliqué ſur la fuſée, que je ſuppoſe de juſte grandeur.

Quand les reſſorts ne donnent pas ces réſultats, mais qu'ils ſont plus foibles, il faut les refaire; puiſqu'il eſt poſſible à la rigueur de les obtenir à un degré de force encore plus grand.

Or en partant du balancier de la montre de comparaiſon donnée par M. Berthoud, dont le diamètre eſt de 10 lignes, le poids de 7 grains, l'arc de levée de 40 degrés, les vibrations au nombre de 17333, qui eſt mis en mouvement par une force motrice de 18 deniers, la fuſée développant un tour de chaîne en 5 heures; en partant, dis-je, d'un tel balancier, on peut ſavoir quel doit être le balancier de telle autre montre ſemblablement conſtruite, mais dont le calibre ſeroit plus petit. Pour cet effet, & pour la commodité de ceux qui ne ſeroient pas exercés dans le calcul, j'ai marqué la quantité dont il faut diminuer, pour chaque denier, le diamètre du balancier de la montre de comparaiſon, comme ci-après :

Afin d'être assuré que le faiseur de mouvement ne changera pas la grosseur des pignons, il sera bon de faire des trous au calibre, dans lesquels les pignons devront entrer sans jeu ni gène; de même que des trous pour les pivots d'arbre de fusée, de barillet & autres. Si, de plus, l'on faisoit des entailles sur le bord du calibre pour indiquer la hauteur des piliers, & le diamètre des roues & du balancier; ce ne seroit que mieux. Par cette précaution, la plus petite irrégularité ne pourroit échapper à la connoissance du finisseur.

Calibre pour les rouages de Répétition à roue de rencontre.

En supposant qu'on a procédé à l'égard des mobiles, qui entrent dans la construction des montres simples, de la manière prescrite ci-dessus, le calibre d'un rouage de répétition sera à moitié fait; il ne s'agira que de loger les roues du petit rouage, & de fixer le centre du balancier: Or voici comment on y parviendra.

Mesurez le diamètre du calibre entre les coulans placés sur le chiffre 11; puis, descendez-les sur le chiffre $3\frac{1}{4}$; cette mesure, marquée sur le calibre, sera la distance où doit être du centre la tige de la première roue du petit rouage. Prenez ensuite avec le compas ordinaire le demi-rayon du calibre; & depuis le trou du pivot de la roue de champ, croisez le trait donné dès le centre du calibre; le point où ces deux traits se rencontreront sera le centre de la première roue, dont vous trouverez le diamètre par le compas de proportion, en plaçant les coulans sur le chiffre 42 de la colonne des pignons de 6, après avoir pris avec le calibre de l'instrument le diamètre que vous voulez donner à vos pignons, qui seront tous de même grosseur.

Au

un calibre de	12 lignes.
$2\frac{5}{8}$	13
$2\frac{3}{4}$	14
$2\frac{7}{8}$	15
3 -	16
$3\frac{1}{8}$	17
$3\frac{1}{4}$	18

On remettra les deux portions de cette carte à l'Emailleur. La partie convexe réglera la concavité du cadran; & la partie concave servira à donner à la couche d'émail une courbure égale & gracieuse.

Les coulans étant donc ſur le chiffre 28 de la colonne des pignons de 10, on ouvrira le compas juſqu'à ce que l'index de la règle ſoit à la groſſeur qu'on ſe propoſe de donner au pignon de chauſſée, ce qui eſt aſſez arbitraire; alors on paſſera une pyramide entre les coulans, pour ſavoir quel doit être le diamètre de la roue de minutes. Cela fait, & ſans changer l'ouverture du compas, on montera les coulans de deux points, ſur le chiffre 30 de la même colonne des pignons de 10; & le diamètre contenu entre les coulans ſera celui de la roue de cadran, que l'on prendra, comme celui de la roue de minutes, par une pyramide.

Veut-on avoir le diamètre du pignon de 8, par lequel cette roue doit être menée? On la meſurera entre les coulans placés ſur le chiffre 30 de la colonne de ces pignons-là; & le calibre à pignon donnera la groſſeur cherchée.

Comme il n'y a que deux centres pour ces quatre mobiles, leurs engrenages doivent ſe trouver faits l'un par l'autre. Il ſuffira donc, pour cela, de fixer la diſtance à laquelle la roue de minutes doit être du centre; ainſi, l'on montera les coulans de 7 $\frac{1}{2}$ points au-deſſus du nombre 28, où cette roue a été meſurée; puis, on ouvrira le compas juſqu'à ce que l'index de la règle marque la groſſeur du pignon de chauſſée; la moitié de la diſtance qui ſe trouvera entre les coulans, priſe avec la pyramide, ſera l'intervalle des deux centres de ces mobiles; on la prendra par un compas ſur l'échelle, pour l'indiquer ſur le calibre; & ſi l'on y trace auſſi la grandeur des roues & des pignons, l'on aura tout ce qui concerne les minuteries. (8)

(8) Comme les ouvriers n'ont point de règle pour la hauteur des pièces qui doivent être placées immédiatement ſous le Cadran, ſavoir, les Ponts, les Chevilles, les roues d'heure, de quantième, &c. voici par quel moyen ils peuvent être dirigés à cet égard, & être aſſurés qu'ils profiteront de toute la place que donne la concavité du Cadran: Prenez avec le compas un rayon de cercle qui ait 2 pouces & demi; coupez une carte dans ſa longueur, par un arc que vous tracerez avec ce Compas; les deux parties de cette carte ſerviront de meſure pour le degré de concavité & de convexité du cadran, qui conviendra à une platine de 12 lignes de diamètre.

Ainſi un rayon de 2 $\frac{5}{7}$ pouces ſera pour

Afin d'être assuré que le faiseur de mouvement ne changera pas la grosseur des pignons, il sera bon de faire des trous au calibre, dans lesquels les pignons devront entrer sans jeu ni gène; de même que des trous pour les pivots d'arbre de fusée, de barillet & autres. Si, de plus, l'on faisoit des entailles sur le bord du calibre pour indiquer la hauteur des piliers, & le diamètre des roues & du balancier; ce ne seroit que mieux. Par cette précaution, la plus petite irrégularité ne pourroit échapper à la connoissance du finisseur.

Calibre pour les rouages de Répétition à roue de rencontre.

En supposant qu'on a procédé à l'égard des mobiles, qui entrent dans la construction des montres simples, de la manière prescrite ci-dessus, le calibre d'un rouage de répétition sera à moitié fait; il ne s'agira que de loger les roues du petit rouage, & de fixer le centre du balancier: Or voici comment on y parviendra.

Mesurez le diamètre du calibre entre les coulans placés sur le chiffre 11; puis, descendez-les sur le chiffre $3\frac{1}{4}$; cette mesure, marquée sur le calibre, sera la distance où doit être du centre la tige de la première roue du petit rouage. Prenez ensuite avec le compas ordinaire le demi-rayon du calibre; & depuis le trou du pivot de la roue de champ, croisez le trait donné dès le centre du calibre; le point où ces deux traits se rencontreront sera le centre de la première roue, dont vous trouverez le diamètre par le compas de proportion, en plaçant les coulans sur le chiffre 42 de la colonne des pignons de 6, après avoir pris avec le calibre de l'instrument le diamètre que vous voulez donner à vos pignons, qui seront tous de même grosseur.

Au

Un calibre de	12 lignes.
$2\frac{5}{8}$	13
$2\frac{3}{4}$	14
$2\frac{7}{8}$	15
3 -	16
$3\frac{1}{8}$	17
$3\frac{1}{4}$	18

On remettra les deux portions de cette carte à l'Emailleur. La partie convexe réglera la concavité du cadran; & la partie concave servira à donner à la couche d'émail une courbure égale & gracieuse.

Au rayon de cette première roue, ajoutez la quantité qui doit la ſéparer du centre du pignon auquel elle engrène, comme nous l'avons expliqué au N°. 8, & vous aurez le centre de la ſeconde roue. La ſeule obſervation à faire en marquant ce point, c'eſt de s'éloigner de la roue du centre de tout le rayon du pignon de la ſeconde roue. Puis, vous tracerez cette roue, après en avoir pris la grandeur, au moyen des coulans placés ſur le chiffre 36 de la colonne des pignons de 6.

Vous prendrez enſuite le diamètre des trois dernières roues entre les coulans placés ſur le chiffre 26 de la même colonne; & vous indiquerez par un point tout près de la ſeconde roue, le centre de la 4^e., en l'éloignant aſſez du barillet pour qu'elle puiſſe tourner ſans y toucher.

Cela fait, vous marquerez par un trait de compas, en ſuivant toujours la même méthode, à quelle diſtance doit être de la ſeconde roue l'axe du pignon de la 3^e.; vous en ferez autant depuis le centre de la 4^e., pour décider l'intervalle qui doit ſe trouver entre ſon pignon & la 3^e. roue; alors, vous aurez pour centre de cette 3^e. roue le point où les deux arcs ſe couperont.

Pour avoir l'emplacement de la 5^e. roue, donnez avec la même ouverture de compas depuis le centre de la 4^e. roue un trait entre la 3^e. roue & le barillet; & poſez cette 5^e. roue ſur ce trait, tellement que, d'une part, elle ſoit aſſez éloignée du barillet pour que la chaîne ne puiſſe y toucher; & que, de l'autre, elle ne déborde pas la petite platine. Enfin, l'on marquera le centre du pignon de délai, à la diſtance convenable & de la 5^e. roue & du barillet.

Quant à la poſition du balancier; ſi vous meſurez le calibre entre les coulans placés ſur le chiffre 52 de la colonne des pignons de 6, le calibre à pignon vous donnera la diſtance à laquelle le pivot du balancier doit être du centre; & vous le marquerez par un point placé entre les circonférences de la petite roue moyenne, & de la ſeconde roue du petit rouage.

Enfin, pour placer les piliers, le rayon du pignon du centre meſurera la diſtance où ils devront être du bord du calibre; en obſervant que les deux piliers, entre leſquels ſe trouve la roue de fuſée, en ſoient

peu éloignés ; d'un côté, parce que la petite roue moyenne & la longueur du grand marteau l'exigent ainſi ; & de l'autre, parce que l'entrée du pouſſoir dans la grande platine eſt aſſez près de la fuſée. Le 3^e. pilier ſitué vers le barillet, doit-être entre ce mobile & le pignon de délai. Le 4^e. aura ſa place auſſi près qu'il ſe pourra de la 3^e. roue du petit rouage.

On pourra ſuivre de point en point l'inſtruction ci-deſſus pour des rouages où la roue d'échappement aura 13 dents ; mais ſi elle en a 15 ou 17, &c. les révolutions des pignons diminueront à raiſon de ce qu'il y aura moins de dents aux roues qui les mènent ; les pignons deviendront plus gros ; les centres des mobiles s'éloigneront ; & dès lors, la place manqueroit pour loger toutes les roues, ſi l'on vouloit que leurs pignons fuſſent tous de même diamètre. En ce cas, il faut, au moyen du compas de proportion, tirer deux groſſeurs de pignons ; l'une, comme ſi la roue d'échappement ne devoit avoir que 13 dents ; l'autre, pour une roue d'échappement de 15 ou 17 dents, ſelon le nombre qu'on lui donnera. La première de ces groſſeurs, ſera celle de tous les pignons du petit rouage ; la ſeconde, celle de tous les pignons du grand rouage. Moyennant cette précaution, il n'y a rien à changer à la méthode indiquée.

Calibre pour les rouages de Répétition à cylindre.

ON procédera pour avoir le pignon du centre, le barillet, la baſe & le ſommet de la fuſée, avec ſa roue, comme il a déja été dit ; cela fait, meſurez le diamètre du calibre que vous aurez à tracer, entre les coulans placés ſur le chiffre 10 ; puis, ſans déranger l'ouverture du compas, deſcendez les coulans ſur le chiffre 4 ; & leur diſtance vous donnera le juſte diamètre de la roue du centre. Meſurez enſuite le diamètre de cette roue, entre les coulans placés ſur la colonne qui marque le nombre d'aîles que doivent avoir vos petits pignons, & ſur les chiffres de cette colonne qui expriment le nombre de dents que vous voulez donner à la roue ; vous aurez par ce moyen la groſſeur des petits pignons.

Il eſt à remarquer que, dans les calibres à roue de rencontre, on n'eſt pas obligé de réſerver une place pour ce dernier mobile, au lieu qu'il en faut une pour la roue de cylindre. Quoique la roue du centre ſoit plus petite dans les calibres à cylindre, on eſt obligé de la nombrer autant, & quelquefois plus, que celle d'un calibre à roue de rencontre; autrement, les pignons ſeroient d'une groſſeur telle, que ſelon le nombre de leurs révolutions, les diamètres de leurs roues correſpondantes s'étendroient beaucoup, & occuperoient une place trop conſidérable. Cette obſervation m'engage, par rapport au calibre dont il s'agit, en ſuppoſant 13 dents à la roue d'échappement, & 16810 vibrations au balancier, à charger de 66 dents la roue du centre, & de 46 chacune des deux ſuivantes, leſquelles engréneront dans des pignons de 6.

La roue du centre étant tracée; & connoiſſant par ſon diamètre & le nombre de ſes dents, quelle ſera la groſſeur des petits pignons; on fera ſon engrenage avec le pignon de la petite roue moyenne, ſelon la règle preſcrite. On fixera le centre de cette roue, à telle diſtance de la roue de fuſée, qu'il y ait $\frac{1}{3}$ de ligne d'eſpace entre les circonférences de ces deux roues. Enſuite, on fera, de même, l'engrenage de la petite roue moyenne avec le pignon de la roue ſuivante, dont on indiquera la diſtance par un trait de compas. Puis, on marquera la place de la roue de cylindre, par un point également éloigné des circonférences de la roue du centre, & de la petite roue moyenne. Enfin, dès ce point, avec une ouverture de compas, qui meſure la diſtance où l'axe du pignon de la roue de cylindre doit être de l'axe de ſa roue correſpondante, vous croiſerez le trait donné depuis le centre de la petite roue moyenne; & le point de concours de ces deux arcs, ſera la place où doit être fixée la roue qui précède celle d'échappement.

Les ſix premiers mobiles étant ainſi rangés, il reſte à trouver l'emplacement des roues du petit rouage; & comme il dépend de celui de la première roue, il s'agit de le rencontrer exactement. Pour cet effet, placez les coulans ſur le chiffre $9\frac{1}{4}$; & après avoir ouvert le compas

de manière qu'ils meſurent le diamètre du calibre, deſcendez les coulans, ſans changer l'ouverture de l'inſtrument, ſur le chiffre $3\frac{1}{2}$; marquez cette diſtance ſur le calibre, par un arc de cercle, tracé depuis le centre, ſur la place où vous jugez que doit être la première roue du petit rouage. Puis, en gardant toujours la même ouverture du compas de proportion, deſcendez les coulans ſur le chiffre $2\frac{1}{2}$; prenez avec la pyramide la diſtance que vous trouverez entre ces coulans; & depuis l'emplacement de la roue qui précède celle de cylindre, marquez cette diſtance par un trait de compas, qui coupe l'arc tracé dès le centre du calibre. La croiſée de ces deux traits ſera le centre de la première roue, dont vous figurerez la grandeur, comme le compas de proportion vous l'indiquera.

On procèdera pour la poſition des roues ſuivantes, comme nous l'avons fait à l'égard du calibre à roue de rencontre.

Quant au balancier; on ſait que ſon axe doit répondre à la circonférence même de la roue de cylindre, & auſſi près du centre du calibre qu'il eſt poſſible.

Pour faciliter l'exécution des calibres, en ce qui concerne les nombres à donner aux mobiles, on trouvera dans la Table ci-après, ceux dont on peut faire uſage à l'égard des trois roues qui précèdent celle d'échappement, ſelon que cette roue aura 11, 13, 15, 17 ou 19 dents, avec la quantité de vibrations que leſdits nombres feront battre au balancier. On pourra auſſi très-aiſément augmenter ou diminuer la ſomme des vibrations marquées, en ayant égard aux nombres réſultans, ſur la Table, de l'addition ou du retranchement d'une dent à chacune des trois dites roues; tellement que cette Table peut ſervir pour tous les cas. Je n'ai pas cru devoir indiquer les nombres qui conviendroient pour une roue d'échappement de 9 dents, eſtimant que ces roues valent encore moins que les pignons de 5 & de 6 aîles.

TABLE

r 17 à 18 mille vibrations par heure.

Pignons de 6 7 8

Roue d'échappem. de 19 dents.

rations		*Vibrations*
60	70	80
076, 42 17290,	49 17480,	54 17313,
39	46	54
e ce qui ſuit :		
288	249	216
18, 411 1141,	356 985,	320 856,
442	380	320
58	68	78
7255, 44 17510,	50 17337,	58 17459,
39	46	52
de ce qui ſuit :		
301	254	224
20, 397 1147,	346 977,	301 860,
449	377	335

Pignons de 6 7 8.

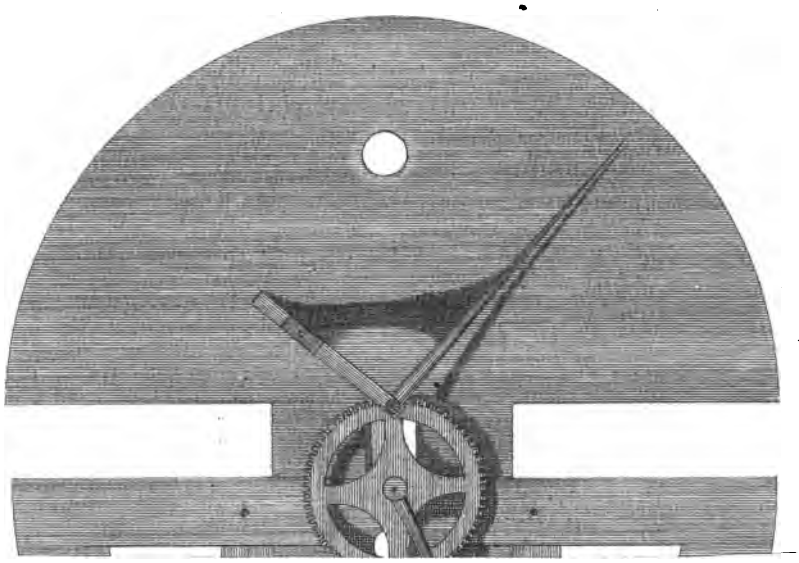
Les nombres ci-deſſous ſont applicables aux cinq roues d'un petit rouage de Répétition.

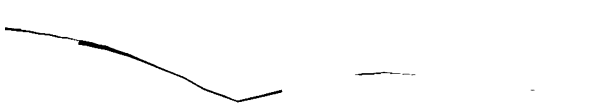
1e.	42	48	56
2e.	36	40	46
3e.	26	31	35
4e.	26	31	35
5e.	26	31	35

Une dent de plus ou de moins à chacune des cinq dites roues changera la quantité des révolutions du dernier pignon, de ce qui ſuit :

1e.	76	70	60
2e.	94	85	73
3e.	124	109	96
4e.	124	109	96
5e.	124	109	96

Fig. 10





RAPPORT

De Meſſieurs AUBAN, CLAVEL, MASSOT, MELLY, PAUL, REYBAZ & TERROUX, *Commiſſaires nommés par le Comité des Arts, pour examiner un Mémoire de Monſieur* PREUD'HOMME, *Membre dudit Comité, ſur l'engrenage des roues & des pignons en horlogerie, & les inſtrumens qui l'accompagnent.*

CE Mémoire, après avoir été lu par tous les ſuſdits Commiſſaires ſéparément, a été relu & examiné de nouveau, avec le plus grand détail, dans pluſieurs conférences qu'ils ont eues enſemble à ce ſujet; afin que leurs ſoins répondiſſent, en quelque ſorte, à l'importance de l'ouvrage, & au travail de ſon Auteur.

Tous les Savans qui ont écrit ſur cette partie de la Méchanique; tous les Horlogers qui réfléchiſſent ſur leur art, & ſont jaloux de ſa perfection, conviennent que la matière des engrenages eſt un des objets les plus dignes d'attention, & les plus difficiles dont on puiſſe s'occuper en horlogerie.

Ce n'eſt que par l'interpoſition de pluſieurs mobiles que le grand reſſort fait paſſer ſon action au régulateur; & cette action doit s'y tranſmettre avec le moins de perte qu'il eſt poſſible; afin que le balancier puiſſe être tenu plus grand, plus peſant, & plus propre, par conſéquent, à conſerver par ſon inertie la régularité de ſes mouvemens. C'eſt preſque là tout le ſecret de l'horlogerie; & ce ſecret n'eſt que la perfection même des engrenages.

Ces mobiles, interpoſés entre le reſſort & le balancier, ne peuvent pas être tous ſemblables; ils diffèrent néceſſairement entr'eux, & par

leur grandeur, & par le nombre de dents dont ils ſont pourvus. De-là naît la complication des règles ſur cette matière.

L'on voit au premier coup-d'œil, que plus un pignon fait de révolutions autour de la roue qui le mène, plus auſſi cette roue doit être grande; & que l'engrenage doit être d'autant moins profond que le pignon a plus de dents, & que la roue qui le pénètre a plus de grandeur. Mais, en examinant la queſtion de près, on voit que ces quantités n'ont rien d'arbitraire; & que le moindre écart ſenſible, en plus ou en moins, trouble dans ces mobiles l'uniformité de leur marche; conſume inutilement, au préjudice du régulateur, une partie de la puiſſance; & ſe fait appercevoir dans les vibrations du balancier, où aboutiſſent & ſe raſſemblent les diverſes inégalités du mouvement.

Il s'agit donc de trouver quelque règle fixe & commode en même tems, au moyen de laquelle on puiſſe déterminer avec une préciſion ſuffiſante, le diamètre des roues, pour un nombre quelconque de révolutions de leurs pignons autour d'elles; & la profondeur de l'engrenage, pour tout nombre dans le pignon, & pour toute grandeur dans la roue qui le mène.

Il exiſte déja quelques règles connues des Artiſtes, pour déterminer ces divers rapports; mais, outre qu'elles n'ont pas toutes le degré de juſteſſe néceſſaire, leur uſage exige une attention & des ſoins dont tous les ouvriers ne ſont pas capables; ces règles ſe ſont même altérées entre leurs mains; & pluſieurs d'entr'eux ſe permettent aujourd'hui ſur ce point délicat des meſures arbitraires, qui ne ſe rencontrent que par hazard avec les principes, & qui rendent les diverſes parties de leurs ouvrages peu d'accord entr'elles.

On ne peut donc que ſavoir beaucoup de gré à M. Preud'homme d'avoir tourné ſes vues de ce côté-là; & d'avoir ſubſtitué, pour le bien de l'art, & la commodité des Artiſtes, une méthode plus ſûre à celle qui leur ſert de guide.

Que l'on ne conſidère pas ſon Mémoire comme l'ouvrage d'un Géomètre, qui enviſage d'une manière abſtraite & générale la queſtion dont il s'occupe, qui tient compte des plus petits élémens, qui

n'avance aucune propoſition qu'elle ne ſoit appuyée ſur une démonſtration rigoureuſe, & qui forme ainſi des théories, plus faites ſouvent pour plaire à l'eſprit, que pour être d'une utilité véritable aux arts. C'eſt l'ouvrage d'un Praticien, qui, plein de zèle pour les progrès de ſa profeſſion, de conſtance pour vaincre les difficultés qui ſe préſentent, & de ſagacité dans l'invention des moyens propres à ce but, fait l'hiſtoire de ſes propres expériences, & ne décide rien que ſur la foi de ſes yeux, & ſur la garantie des excellens ouvrages qu'il conſtruit ſelon ſes méthodes: de ſorte qu'on peut comparer la plûpart des règles qu'il donne, à une ligne menée par des points aſſez éloignés les uns des autres, mais dont on auroit vérifié la poſition particulière.

L'on ne cherchera donc pas dans ce Mémoire des principes rigoureux pour de grands rouages, où l'on peut tenir compte de quantités qui diſparoiſſent quand il eſt queſtion des petites pièces de l'horlogerie. Les meſures qu'on y trouvera quant aux engrenages, pour cette application particulière de la Méchanique, ne doivent être enviſagées que comme des approximations plus ou moins grandes.

C'eſt vainement, en effet, que l'on prétendroit à une préciſion parfaite dans les ouvrages de l'art, où il s'agit de l'œil & de la main; trop d'accidentel s'y mêle, malgré tous nos ſoins; & nos organes, quelque déliés qu'on les ſuppoſe, ſont trop groſſiers, pour ne pas abſorber dans leurs écarts ces petites quantités, dans leſquelles on feroit conſiſter la perfection de la règle.

Auſſi M. Preud'homme, en Artiſte expérimenté, ne s'eſt point laiſſé décourager par l'extrême difficulté de fixer, dans l'ouvrage qu'il a entrepris, des quantités de cette nature. D'ailleurs, il n'a donné cet ouvrage que comme un eſſai; & quand même il ſeroit poſſible d'amener la pratique à une juſteſſe plus grande encore que celle qui réſulte de ſes procédés, on ne laiſſeroit pas de lui être redevable d'avoir perfectionné cette pratique, d'avoir excité l'eſprit des Artiſtes à réfléchir ſur une matière auſſi importante, & de leur avoir fourni les moyens de jetter un nouveau jour, s'il eſt poſſible, ſur ce point délicat de la Méchanique des montres.

Pour traiter, dans ſes points eſſentiels, tout ce qui concerne les engrenages, M. Preud'homme conſidère ſéparément la forme du pignon; le rapport de grandeur qui doit ſe trouver entre ce pignon & la roue qui le mène, ſelon le nombre de révolutions qu'il fait autour d'elle; la pénétration de l'engrenage pour tous les cas; & le moyen méchanique de donner à chaque denture la courbe d'où peut réſulter la menée avec uniformité.

Après avoir déterminé, dans les pignons, l'épaiſſeur qu'il convient de donner aux aîles, à raiſon de leur nombre; & avoir diſtingué ſoigneuſement la partie eſſentielle & fixe du pignon, appellée *rayon primitif*, ſur laquelle agit la roue depuis la ligne des centres, de la partie indéterminée & arrondie qui termine ſon *rayon total*, & ſur laquelle la roue n'agit qu'avant cette ligne; l'Auteur examine les effets qui réſultent d'un pignon trop gros ou trop petit dans ſon rayon primitif, rélativement à la roue qui le mène. Il prouve que ce vice dans la groſſeur du pignon ne ſauroit être réparé par une pénétration plus ou moins grande dans l'engrenage; & par le moyen de deux demi-cercles gradués, dont les centres, qui peuvent s'approcher, ſont occupés l'un par le pignon, l'autre par la roue, & tous deux munis d'une éguille, il conclut que le pignon n'aura ſa juſte groſſeur, que lorſque ces deux mobiles parcourront enſemble un nombre de degrés, qui ſera en raiſon inverſe du nombre de dents dont ils ſont pourvus.

Paſſant, enſuite, à la quantité dont les roues & les pignons de tout nombre doivent ſe pénétrer, pour former un bon engrenage; il conſidère d'abord cette queſtion, rélativement à des roues qui auroient leurs dents parallèles ſur un même plan, comme ſont les roues de champ; & dans ce cas, il proportionne uniquement la profondeur de l'engrenage au nombre des aîles du pignon, lequel nombre détermine combien l'engrenage doit lui faire parcourir de degrés pour chacune de ſes aîles.

Mais, comme il n'en eſt pas ainſi de la plupart des roues, & qu'elles ont leurs dents dirigées au centre ſur une courbe circulaire; cette conſidération néceſſite quelques modifications à la règle précédente, & renforce les engrenages d'une quantité qui croît à meſure que le diamètre des roues diminue.

L'Auteur s'eſt convaincu par l'expérience, que, dans un pignon de ſix aîles, la pénétration de l'engrenage formé avec la plus petite roue qu'on puiſſe lui approprier, doit être ſenſiblement des deux tiers de l'aîle, pour que l'arc de menée ait le nombre de degrés requis; & que le diamètre de cette roue, la plus petite poſſible, doit excéder d'une ſixième partie celui du pignon auquel elle engrène. Or, comme l'engrenage n'eſt que de la moitié de l'aîle, quand la roue eſt aſſez grande pour que ſon arc de menée puiſſe ſe confondre, ſans erreur ſenſible, avec la tangente de cet arc; ces deux cas extrêmes forment entr'eux une 6^e^. d'aîle de différence, c'eſt-à-dire, une 12^e^. de ligne, pour un pignon d'une ligne de diamètre; & voilà ſur quelle petite quantité roulent toutes les différences dans la pénétration de ces engrenages, depuis la plus petite roue juſqu'à la plus grande.

Cette 6^e^. partie de l'aîle, dans les pignons de ſix, forme ici une quantité conſtante, que M. Preud'homme ajoute au diamètre de toutes les roues, après avoir déterminé ce diamètre ſur le nombre de révolutions de leurs pignons autour d'elles. Cette règle étant poſée; il détermine réciproquement la groſſeur du pignon, pour un certain nombre de révolutions autour d'une roue de grandeur donnée.

La juſteſſe, ſoit dans le rapport des diamètres entre les roues & les pignons, ſoit dans la profondeur de l'engrenage, forme une condition néceſſaire pour l'uniformité de la menée; mais ce n'eſt-là encore qu'une condition préparatoire. Il faut, de plus, que la face de la dent qui mène ſoit tellement ſituée rélativement à la face de l'aîle menée, que le même rapport entre les leviers de ces deux mobiles ſe conſerve pendant tout le cours de l'engrenage: ce qui s'exécute, quant aux roues plates, en faiſant en ſorte que la face de l'aîle du pignon ſoit une ligne droite tendante au centre, & la face de la dent qui s'y applique une partie de la courbe, connue en Méchanique ſous le nom *d'Epicycloïde*; courbe qui eſt formée, dans ce cas, par un point quelconque de la circonférence d'un cercle égal dans ſon diamètre au rayon du pignon, & qui rouleroit ſur la circonférence de la roue. Quant aux mobiles qui ont leurs dents parallèles, comme la

roue de champ, c'eſt la ſimple *Cycloïde* qui réſout le problême d'uniformité dans la menée.

M. Preud'homme, ſentant bien l'impoſſibilité de tracer géométriquement cette courbe ſur les petites dentures des montres, a imaginé un moyen méchanique d'en approcher. Il conſidère, pour cet effet, qu'il ne ſuffit pas, par exemple, qu'une roue de 60 dents qui engrène dans un pignon de 6 aîles, ait parcouru exactement 6 degrés, quand elle en a fait parcourir 60 au pignon; mais qu'il faut que le même rapport d'un à dix exiſte dans tous les points de cette menée; & c'eſt-là ce que l'auteur effectue, au moyen de l'inſtrument gradué dont nous avons parlé, en limant la courbe de manière qu'elle rempliſſe à l'œil cette condition. Une ſeule dent ainſi figurée, peut ſervir de modèle pour toutes les autres, & indiquer la forme à donner aux limes, pour finir à l'outil toutes les dentures de roues ſemblables. Ces demi-cercles gradués, appliqués par l'Auteur à déterminer la groſſeur des pignons, & la courbe des dentures, deviennent ainſi un inſtrument précieux pour l'horlogerie.

Il eſt vrai que ce moyen, par lequel on établit fort bien un rapport conſtant entre les degrés que parcourt la roue, & ceux que parcourt le pignon dans les différens points de la menée, ne fait pas néceſſairement que cette menée ſoit auſſi facile dans toute ſon étendue, & qu'elle employe de la part de la puiſſance une force toujours égale; mais c'eſt beaucoup qu'on puiſſe lever, par cette épreuve, une partie de l'arbitraire qui a lieu ſur ce point dans la pratique. Qui ſait même ſi, dans des courbes ſi petites, une méthode plus rigoureuſe pouvoit ajouter quelque choſe à leur perfection?

M. Preud'homme auroit beaucoup fait ſans doute, en approfondiſſant en Artiſte toutes ces queſtions rélatives aux engrenages; en faiſant ſentir les vices attachés à la licence que ſe donnent à cet égard beaucoup d'horlogers; en dégageant la pratique de conſidérations trop ſubtiles, qui, ne pouvant être d'aucun uſage pour les ouvriers, les autoriſent, quoique mal-à-propos, à abandonner même les principes utiles auxquels elles ſont liées; en tirant d'une théorie épineuſe

des règles ſimples & commodes ; & en ſe permettant peut-être à ce ſujet de légers écarts, pour en prévenir de plus conſidérables chez les Artiſtes. Mais c'étoit-là trop peu pour le zèle & les talens de M. Preud'homme. Les principes que le raiſonnement & l'expérience lui ont indiqués comme les meilleurs, il leur a donné une conſiſtance inaltérable, en les appliquant à la diviſion d'un inſtrument, l'un des plus ingénieux, des plus étendus, & des plus utiles dont puiſſe ſe glorifier l'horlogerie. De ſorte que ceux-là même, qui ne ſeroient pas en état de ſaiſir les principes de l'Auteur, peuvent en faire une application facile & journalière à leurs ouvrages, au moyen de l'outil qu'il leur met en main.

Cet outil, d'une forme ſimple & élégante, étend ſes diviſions depuis 3 pouces juſqu'à la 384^e^. partie d'une ligne, que ſon calibre meſure avec la dernière préciſion.

Il détermine méchaniquement la grandeur des roues pour les pignons, dont le nombre, la groſſeur & la quantité de révolutions ſont données ; & réciproquement, pour une roue donnée, la groſſeur du pignon qu'elle doit mener, à raiſon du nombre de ſes aîles. Il fixe même, avec autant de facilité que d'exactitude, la diſtance qui doit ſéparer chaque roue de ſon pignon, pour que leur engrenage ſe trouve parfait.

Mais la propriété de cet inſtrument, la plus heureuſe ſans doute & la plus neuve, c'eſt celle qui eſt étrangère à l'objet du Mémoire ; ſavoir, de ſervir en même tems de compas de proportion, pour tracer, ſelon la meilleure ordonnance, des calibres de montres de toute grandeur, depuis les montres à bague juſqu'à celles de caroſſe.

Pour étendre encore l'uſage de cet inſtrument en horlogerie, ſon Auteur l'a rendu propre à déterminer la longueur du grand reſſort, & à fixer le rapport qui doit ſe trouver entre les deux diamètres de la fuſée & celui du barillet, pour obtenir une chaîne qui ſoit toujours de juſte grandeur.

Enfin, cet inſtrument peut tenir lieu de compas de proportion, pour obtenir toutes ſortes de meſures, & de rapports entre les gran-

deurs ; il peut ſervir, entr'autres, à calibrer les pivots des montres, ſelon les proportions qu'exige la délicateſſe plus ou moins grande des derniers mobiles.

Le Comité ſentira, d'après ce rapport, mieux que nous ne pourrions l'exprimer, tout le prix du travail de M. Preud'homme, les éloges qu'il mérite, l'honneur qu'il fait au corps d'Artiſtes dont il eſt membre, & la reconnoiſſance que lui doivent ceux qui exercent l'art de l'horlogerie & qui s'intéreſſent à ſes progrès.

Tout ce que nous ajouterons ici, c'eſt que ſon inſtrument ne ſauroit être trop tôt connu des Artiſtes, ni trop familier entre leurs mains ; & que notre Société ne ſauroit mieux faire, ſelon nous, que d'enrichir ſes Actes du Mémoire qu'il a ſoumis à notre examen.

EXTRAIT
DES RÉGISTRES DU COMITÉ DES ARTS.
Du 23 Mars 1778.

LECTURE faite du Rapport qui précède, & M. Preud'homme retiré, le Comité a réſolu de lui donner, ſoit ici, ſoit dans l'aſſemblée générale, tous les éloges dont la Commiſſion l'a jugé digne ; en lui témoignant le regret de ne pouvoir joindre une médaille à ce tribut d'approbation & de reconnoiſſance, & en lui rappellant la loi que le Comité s'eſt faite de n'en décerner à ſes Membres dans aucun cas. Il a été arrêté de plus, de faire imprimer le Mémoire de M. Preud'homme, avec le Rapport de la Commiſſion, aux fraix de la Société.

M. Preud'homme rappellé, M. le Préſident lui a adreſſé des éloges & des remercimens conformes aux ſuſdites réſolutions ; & M. le Miniſtre Reybaz, rédacteur du Rapport, s'eſt chargé de le lire à la prochaine aſſemblée générale.

Expédié en faveur de M. Preud'homme.

Signé PH. ROBIN, Secretaire.

DESCRIPTION

D'UNE

MACHINE

DESTINÉE

A ſéparer l'Or & l'Argent des terres & ſcories, par le moyen de la *Trituration* & de l'*Amalgame*;

INVENTÉE

Par Monſieur le Baron **DE CHASTEL,**

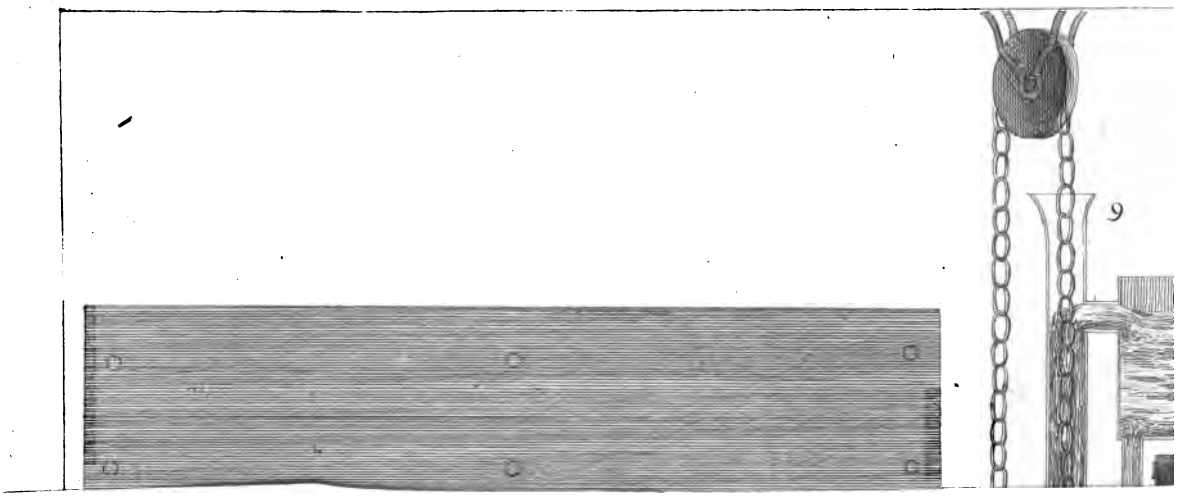
Citoyen de Genève, Capitaine d'Artillerie au ſervice de SA MAJESTÉ IMPÉRIALE & ROYALE APOSTOLIQUE.

Et conſtruite à S. Jean, près de Genève, dans les moulins de l'Inventeur, en 1779.

TOUS les corps dont on veut dégager l'or ou l'argent qu'ils contiennent, doivent être pilés dans le baſſin de fer n°. 1, & la poudre dans laquelle ils ſont réduits, doit être tamiſée dans un tamis fin qui ne donne paſſage qu'à des grains de la groſſeur du mil; ce qui eſt trop groſſier doit ſubir de nouveau l'opération, juſques à ce que la pouſſière baignée d'eau faſſe une pâte. L'on en place ſucceſſivement les morceaux ſur le noyau de roche n°. 2; d'où ils ſont inſenſiblement entraînés dans le baſſin de fer fondu n°. 3, par l'eau qui vient du réſervoir n°. 10, & ſe vuide en circulant avec la roue à dents n°. 13, c'eſt dans le baſſin n°. 3 que l'on met le mercure, c'eſt-là que s'opère l'amalgame dans un bain d'eau, par la révolution de deux rouleaux ſolides de fer n°. 5,

que la roue à dents n°. 13 met en mouvement. Les parties les plus légères, & qui, par conſéquent, ne contiennent aucun métal, ou du moins n'en contiennent que très-peu, ſurnagent, & montent pour ſortir par les trous n°. 4; mais afin que le mouvement imprimé à l'eau par la révolution du rouleau ne ſoulève pas à la ſurface des parties métalliques; le baſſin de fer eſt conſtruit d'une manière évaſée, & qui donne un repos au fluide vers le milieu de ſa hauteur. Le fin s'amalgame au fond du baſſin, & lorſque le mercure eſt aſſez chargé, on ouvre le trou n°. 6; l'amalgame tombe dans le baſſin n°. 7; on le paſſe à la peau pour ſéparer le fin du mercure; & le creuſet fait le reſte.

Cette ſimple explication paroît ſuffire à établir le prix de cette machine & ſes avantages; nos Artiſtes les ont ſentis; ils économiſent le tems dans le rapport de 1 à 8, obtiennent une plus grande quantité de fin de leur lavure; & d'après les expériences faites ſur les *regrets de lavure* par MM. Tingry & Roux, membres des Comités, ils ſont ſûrs de n'y laiſſer que la moitié de ce qu'ils y laiſſoient dans les anciens moulins à lavure. Auſſi s'eſt-on déja empreſſé d'établir dans notre ville deux autres moulins d'après les principes de M. De Chaſtel; l'avantage général ſera le même; mais peut-être cela devroit-il faire penſer à l'aliment que les Anglois ont ſu donner à l'induſtrie par l'octroi de privilèges *à tems*, & dont la durée fut en porportion des peines & des dépenſes de l'inventeur: En attendant que cela puiſſe avoir lieu, notre Société s'empreſſera toujours à payer le tribut de ſes éloges & de ſa reconnoiſſance à ceux qui voudront bien lui communiquer leurs inventions utiles; & elle l'offre à M. le Baron De Chaſtel, que ſes lumières & ſes talens dans les méchaniques & l'artillerie ont déja ſi avantageuſement diſtingué. Ses travaux en ce genre lui ont valu l'attention particulière & les récompenſes les plus flatteuſes de LL. MM. II.; la derniere invention dont nous venons de rendre compte, accueillie de tous les Artiſtes, l'a été d'une manière très-déſintéreſſée par M. Jaques Greſſet, qui, quoiqu'inventeur lui-même d'une machine analogue, a été un des premiers à reconnoître la ſupériorité de celle qui eſt l'objet de ce Mémoire.


9

Deſcription des Pièces.

N°. 1. Baſſin de fer où ſe jettent les corps qui doivent être pilés.
2. Noyaux de roche qui repoſent ſur les baſſins de fer 1 & 3.
3. Baſſin de fer fondu, à évaſement oblique, & où ſe fait la trituration d'amalgame.
4. Grand cercle de fer fondu, percé de trous circulaires, par leſquels les parties légères ſortent avec l'excédent de l'eau du baſſin.
5. Rouleaux de fer fondu, qui roulent dans le baſſin N°. 3, & font l'amalgame.
6. Tampon de bois qui ferme le trou par où ſort le mercure après l'amalgame.
7. Baſſin qui reçoit le mercure amalgamé.
8. Grande roue qui eſt la force motrice de toute la machine par le mouvement que lui donne l'impulſion du Rhône ſur lequel elle eſt placée.
9. Pompe qui élève l'eau pour la conduire dans le baſſin N°. 10.
10. Baſſin qui reçoit l'eau de la pompe, & la diſtribue ſur le roc N°. 2, par le moyen d'un canal qui ſuit la roue N°. 13 dans ſa circulation.
11. La grande roue à dents qui communique le mouvement à l'arbre N°. 12.
12. Le grand arbre qui, par les deux lanternes conoïdes tronquées, met en mouvement les roues N°. 13.
13. Les roues à dents qui communiquent le mouvement circulaire aux rouleaux de fer N°. 5.
14. Maſſonnerie générale.

EXTRAIT MORTUAIRE DE GENÈVE,

Pour les années 1778 & 1779.

RÉDIGÉ

POUR LA SOCIÉTÉ DES ARTS,

Par LOUIS ODIER, D. M.

TOUT ce qui peut intéreſſer l'utilité publique & contribuer aux progrès de l'économie politique étant du reſſort de la Société, elle croit devoir ajouter à chaque volume de ſes Mémoires un réſumé des Extraits mortuaires de Genève pour chaque année. Perſonne n'ignore quel parti l'on peut tirer de ces ſortes de Tables pour le calcul de la probabilité de vie, pour celui des rentes viagères ſur une ou pluſieurs têtes, pour évaluer les différences de population, déterminer la marche des épidémies, apprécier les diverſes cauſes de mortalité, &c. Ce n'eſt qu'en accumulant les connoiſſances de ce genre qu'on peut parvenir à diminuer l'influence de ces cauſes; & quelque aride que puiſſe paroître au premier coup-d'œil ce travail, la Société ſe flatte qu'à la longue, il en réſultera quelque avantage, tant pour ceux qui ne cherchent qu'à ſatisfaire leur curioſité ſur tous ces objets, que pour ceux qui, animés par des vues plus généreuſes & plus patriotiques, cherchent dans les cauſes mêmes des maux qui affligent l'humanité, les différens remèdes dont ils ſont ſuſceptibles. C'eſt avec cette eſpérance qu'elle a chargé l'un de ſes Membres de rédiger les liſtes mortuaires des

années 1778 & 1779 de la manière la plus convenable, pour pouvoir en déduire des conſéquences utiles, en les comparant avec celles des années ſubſéquentes qu'elle ſe propoſe de publier auſſi, & avec celles qui ont été déja publiées en d'autres pays dans leſquels on a ſenti depuis long-tems l'importance & l'utilité de pareilles collections.

Pour remplir, autant qu'il lui ſera poſſible, les vues de la Société à cet égard, le Rédacteur croit ne pouvoir mieux faire que de préſenter au public le rôle des morts de ces années ſous deux points de vue différens, rélativement à l'âge & au ſexe, & rélativement aux maladies qui les ont emportés. La première de ces deux Tables, continuée pendant une longue ſuite d'années, ſeroit ſur-tout utile aux économiſtes & aux financiers. La ſeconde intéreſſeroit plus directement les médecins, & ſerviroit à déterminer avec une ſorte de préciſion les rapports qu'il peut y avoir entre les variations ſenſibles de l'athmoſphère & les épidémies; mais la manière néceſſairement inexacte dont ſe font nos liſtes mortuaires, ſur-tout quant à la dénomination des maladies, ne permet point de faire aſſez de fonds ſur leur fidélité à cet égard, pour oſer garantir toutes les conſéquences qu'on pourroit en tirer.

Rôle des Morts à Genève ſuivant les âges.

Pour les Années 1778 & 1779.

	1778.		1779.		
Age.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
nés morts	30.	20.	31.	22.	103.
1 mois.	50.	50.	36.	49.	185.
3 mois.	16.	12.	18.	12.	58.
6 mois.	11.	8.	10.	14.	43.
9 mois.	6.	16.	8.	5.	35.
1 an.	8.	14.	5.	13.	40.
2.	20.	24.	17.	16.	77.

	1778.		1779.		
Age.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
3.	11.	11.	6.	8.	36.
4.	11.	11.	9.	5.	36.
5.	11.	6.	7.	6.	30.
6.	5.	8.	4.	4.	21.
7.	3.	5.	7.	1.	16.
8.	5.	5.	2.	4.	16.
9.	2.	2.	3.	2.	9.
10.	5.	2.	2.	1.	10.
15.	12.	6.	9.	14.	41.
20.	13.	4.	11.	14.	42.
25.	11.	8.	18.	14.	51.
30.	6.	17.	9.	8.	40.
35.	9.	15.	7.	2.	33.
40.	16.	12.	17.	10.	55.
45.	14.	13.	22.	13.	62.
50.	9.	16.	21.	8.	54.
55.	15.	13.	13.	25.	66.
60.	16.	15.	19.	17.	67.
65.	12.	18.	17.	21.	68.
70.	21.	31.	20.	34.	106.
75.	16.	25.	13.	13.	67.
80.	11.	19.	7.	20.	57.
85.	9.	15.	12.	20.	56.
90.	5.	5.	3.	8.	21.
95.	—	—	3.	—	3.
Somme	389.	426.	386.	403.	1604.

Les calculs que l'on pourroit faire d'après cette Table, rélativement à la population, à la probabilité de vie & à la vie moyenne des différens âges, ne sauroient être parfaitement justes, quant à préſent; parce qu'on ſent bien que ce n'eſt que d'un grand nombre d'années à

la fois qu'on peut tirer des conſéquences exactes ſur tous ces objets, chaque année en particulier préſentant des différences conſidérables à cet égard, & s'écartant plus ou moins de l'année moyenne, ſoit par un effet du haſard, ſoit par celui des épidémies qui n'attaquent pas tous les âges indifféremment.

On peut remarquer cependant, & ces remarques ſe trouvent juſtifiées par toute la ſuite de nos Extraits mortuaires depuis le commencement du ſiècle ;

1°. Qu'en général la probabilité de vie des femmes eſt plus grande que celle des hommes, que cette différence commence même avant la naiſſance, puiſqu'il y a conſtamment un beaucoup plus grand nombre de garçons venus morts au monde que de filles, qu'elle ſubſiſte dans tous les âges de la vie ; mais que, tandis qu'elle eſt très-conſidérable à la naiſſance, elle va graduellement en diminuant juſqu'à la vieilleſſe, dans laquelle le ſexe n'influe point ſur la probabilité de vie.

2°. Qu'il y a très-peu de morts au-deſſus de l'âge de 90 ans, & point au-deſſus de 95. Il n'y a rien de plus rare en effet aujourd'hui que les vieilleſſes prolongées au-delà d'un ſiècle. Il n'en étoit pas ainſi autrefois : il y avoit peu d'années où il n'y eût ſur les bills de mortalité quelques centenaires. On auroit tort d'en conclure que la probabilité de vie étoit alors plus grande, ou qu'en général on vivoit plus long-tems. C'eſt préciſément le contraire ; & l'on a remarqué que ceci n'eſt point particulier à Genève, que dans les grandes villes où les cauſes accumulées de deſtruction diminuent conſidérablement la probabilité de vie, il y a plus de centénaires ou de vieillards qui en approchent, que dans les petites, proportionnément au nombre des habitans, quoique dans celles-ci la vie moyenne ſoit beaucoup plus longue. D'où vient cette différence ? Seroit-ce que les mêmes cauſes qui ruinent la ſanté des hommes en général, & font périr ſur-tout un grand nombre d'enfans, contribuent en même tems à fortifier le tempérament de quelques individus plus heureux qui leur réſiſtent, & à prolonger par-là la durée de leur vie au-delà des bornes ordinaires ?

3°. C'eſt une queſtion toujours intéreſſante dans l'hiſtoire d'un peuple policé, ſoit en morale, ſoit en politique, que de déterminer la proportion du nombre des célibataires à celui des gens mariés. Plus

elle eſt petite, & plus on peut dire que les mœurs de ce peuple ſont pures & honnêtes. Les nôtres à cet égard le ſont encore autant peut-être que par-tout ailleurs.

Sur 829 femmes mortes en 1778 & 1779, il y en a 393 qui n'avoient pas atteint l'âge de 20 ans, & dont aucune n'étoit mariée; 117 au-deſſus de l'âge de 20 ans qui n'étoient pas mariées; 164 qui l'étoient & qui laiſſoient leurs maris veufs; & 155 déja veuves elles-mêmes. La proportion des femmes célibataires aux mariées, à compter ſeulement de l'âge de 20 ans & au-deſſus, (car à Genève il eſt très-rare que les femmes ſe marient plus jeunes) eſt donc de 117 à 319, c'eſt-à-dire que ſur 11 femmes nubiles il n'y en a guère que 3 qui ne ſe marient pas. Je doute qu'il y ait aucun pays dans lequel le mariage ſoit plus honoré.

Toutes les ſaiſons ne ſont pas également meurtrières. Voici une Table du nombre des morts dans les différens mois de l'année.

Table des morts en 1778 *&* 1779.

Dans les différens mois de l'année.

	1778.		1779.		
Mois.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
Janvier	48.	47.	44.	30.	169.
Février	45.	40.	29.	37.	151.
Mars	29.	44.	34.	37.	144.
Avril	34.	33.	41.	38.	146.
May	26.	30.	24.	24.	104.
Juin	28.	37.	25.	38.	128.
Juillet	23.	25.	33.	23.	104.
Aouſt	29.	44.	37.	36.	146.
Septembre	36.	28.	23.	26.	113.
Octobre	31.	42.	39.	45.	157.
Novembre	28.	28.	31.	30.	117.
Décembre	32.	28.	26.	39.	125.
Somme	389.	426.	386.	403.	1604.

Il en eſt de cette Table comme de la précédente. On ne peut en tirer, quant à préſent, aucune conſéquence ſur laquelle il ſoit permis de compter. Ce n'eſt qu'à la longue, & en calculant ſur un grand nombre d'années à la fois qu'on peut ſe mettre à l'abri des irrégularités du haſard & des épidémies.

Enfin, quant aux maladies, les plus meurtrières à Genève, indépendamment des maladies épidémiques, ſont l'*Hydropiſie*, la *Phthiſie* & l'*Apoplexie*. La Petite-vérole l'eſt encore plus qu'aucune de celles-là, lorſqu'elle eſt épidémique; mais elle ne l'eſt pour l'ordinaire que de cinq en cinq ans. Je ne parle point des *Convulſions*, deſquelles nos liſtes marquent toujours un grand nombre d'enfans morts, parce qu'elles ſont preſque toujours l'effet de quelque autre maladie plutôt qu'une cauſe de mort bien diſtincte par elle-même. Je ne parle point non plus de la *Caducité* qui occupe une place conſidérable dans nos Extraits mortuaires, parce que le Viſiteur qui les rédige eſt accoutumé à marquer, morts de caducité, tous ceux qui meurent dans un âge avancé, quelle que ſoit la maladie à laquelle ils ſuccombent. En général, il y a peu d'enfans qui meurent de convulſions pures & ſimples, & peu de vieillards qui meurent vraiment de caducité; mais les maladies des uns & des autres ſont pour l'ordinaire ſi obſcures & ſi peu connues qu'il eſt impoſſible de les diſtinguer dans un bill de mortalité; & à moins de quelque cas très-particulier, on les comprend toutes ſous ces dénominations générales qui dans le fonds n'apprennent rien.

L'article des enfans *venus morts au monde* eſt aſſez exact; on y comprend, non-ſeulement ceux qui ſont à terme, mais encore ceux qui ſont le produit des fauſſes couches, ſi le fœtus eſt aſſez gros pour être enterré. Quant à ceux qui n'étant pas à terme ne vivent point à cauſe de leur petiteſſe & de leur foibleſſe, quoique nés vivans, on les déſigne dans les Régiſtres *morts manque de conſtitution*; & l'on ſent bien que dans cette dénomination, il y a toujours beaucoup d'arbitraire.

Pour ce qui eſt des épidémies, il y a peu de pays plus heureux que le nôtre à cet égard. Nous n'avons guères d'épidémie bien meurtrière

que celle de la *Petite-vérole*. Les viciſſitudes de la chaleur occaſionnent bien quelquefois chez nous des maladies inflammatoires, telles que les *Peripneumonies* au printems, & les *Miſéréré* en automne qui ont une apparence épidémique, & qui font périr quelques individus; mais le nombre n'en eſt jamais bien conſidérable. Celui des morts occaſionnées par les *fièvres* proprement dites, eſt plus grand; mais cependant il eſt toujours fort inférieur à celui des victimes de ces maladies dans les grandes villes. Nous ne connoiſſons guère dans ce pays que deux eſpèces de fièvre, la fièvre d'accès & la fièvre bilieuſe. La première n'eſt preſque jamais dangereuſe. La ſeconde eſt une eſpèce de fièvre rémittente qui ſouvent dégénère en fièvre maligne par une ſorte de métaſtaſe ou de détermination topique au cerveau. Car les vrais Typhus, ceux que M. Pringle appelle la fièvre des priſons, qui ſont très-contagieux & qui portent dès le commencement des caractères évidens de malignité, ſont très-rares à Genève. La *Dyſenterie*, quoique quelquefois épidémique, n'occaſionne jamais chez nous un grand nombre de morts. C'eſt pour l'ordinaire une maladie aſſez bénigne & peu répandue. Les catarrhes qui ſont auſſi quelquefois épidémiques ici, comme par-tout ailleurs, au point d'attaquer preſque en même tems les deux tiers des habitans, n'emportent cependant qu'un très-petit nombre d'individus déja diſpoſés par la délicateſſe de leur poitrine à la phthiſie & à la peripneumonie. En un mot, la ſeule épidémie qui faſſe quelquefois de grands ravages chez nous, c'eſt la Petite-vérole, dont les retours périodiques ſont aſſez réguliers, & ſe font à-peu-près de cinq en cinq ans. Dans les intervalles, elle n'eſt pas toujours abſolument ſuſpendue; elle eſt même quelquefois aſſez abondante pour paroître épidémique, comme en 1778; mais cela tient à des circonſtances particulières dont je parlerai bientôt, & pour l'ordinaire elle eſt très-rare pendant les quatre années intercalaires. Les autres maladies éruptives, la *Rougeole* & la *Fièvre-rouge* ſont auſſi épidémiques; mais leurs retours ſont moins réguliers. Ces deux maladies ſont rarement bien dangereuſes en elles-mêmes; mais elles ſont ſouvent très-perfides par leurs ſuites, particuliérement la fièvre-rouge. Cette ma-

ladie, telle que nous la connoiſſons à Genève, n'eſt bien décrite nulle part. Elle eſt ſur-tout remarquable en ce qu'elle exige abſolument que dans leur convaleſcence les malades ſe tiennent renfermés pendant cinq ou ſix ſemaines, & qu'ils évitent avec le plus grand ſoin de s'expoſer à l'air. Quand ils manquent à cette précaution, ils courent le plus grand riſque de périr par l'anaſarque, l'oppreſſion ou la léthargie, qui ſont les effets ordinaires d'une pareille négligence. C'eſt un fait inexplicable peut-être, mais conſtaté par l'expérience. Une autre maladie épidémique qui emporte auſſi quelques individus, c'eſt la *Coqueluche*, mais elle n'eſt meurtrière, comme les catarrhes, que par le manque de ſoin & la diſpoſition particulière des malades qui la font dégénérer quelquefois en phthiſie.

Indépendamment des épidémies & des maladies endémiques, il meurt encore bien des gens par des *accidens*, parmi leſquels on range les morts volontaires. Soit que l'air de liberté qu'on reſpire dans les Républiques engendre plus aiſément la mélancholie & l'ennui de la vie, ſoit que la tolérance du Gouvernement à cet égard ne réprime pas ſuffiſamment ces excès, le ſuicide n'eſt point rare à Genève. Il y eſt plus commun peut-être qu'en Angleterre même. La grande quantité d'eau dont notre ville eſt entourée, qui par ſa limpidité invite tous les jeunes gens à s'y baigner en été fait auſſi que le nombre des *noyés* eſt aſſez conſidérable; & malheureuſement l'art de les reſſuſciter n'a point encore eu de ſuccès chez nous. Enfin l'on peut compter encore parmi les morts accidentelles, celles qui ſont produites par l'*Hydrocephale*. Cette maladie ſi peu connue, ſi mal décrite au moins juſqu'à préſent eſt cependant aſſez commune parmi les enfans; & pour l'ordinaire, comme l'a fort bien obſervé M. Fothergill, elle eſt la ſuite de quelque chûte ſur la tête.

Après cet expoſé, voici une liſte du nombre des morts occaſionnées en 1778 & 1779 par ces différentes maladies.

Rôle des morts en 1778 & 1779, rangées ſuivant les maladies.

	1778.		1779.		
Noms des maladies.	*Mâles.*	*Femelles.*	*Mâles.*	*Femelles.*	*Totalité.*
Hydropiſie.	22.	65.	37.	60.	184.
Phthiſie. Langueur.	68.	73.	68.	82.	291.
Apoplexie. Paralyſie.	26.	22.	29.	24.	101.
Convulſions.	49.	53.	42.	54.	198.
Caducité.	18.	27.	23.	36.	104.
Nés morts.	30.	20.	31.	22.	103.
Manque de conſtitut.	14.	19.	14.	15.	62.
Petite-vérole.	40.	43.	12.	12.	107.
Rougeole.	2.	3.	4.	1.	10.
Fièvre rouge.	11.	4.	4.	1.	20.
Coqueluche	5.	3.	11.	10.	29.
Péripneumonie. . . .	9.	8.	4.	7.	28.
Colique inflammatoir.	8.	3.	6.	9.	26.
Dyſenterie.	1.	—	4.	7.	12.
Fièvre bilieuſe maligne . .	26.	31.	35.	14.	106.
Noyés	4.	3.	10.	1.	18.
Autres accidens . . .	13.	8.	15.	2.	38.
Hydrocéphale	8.	5.	4.	9.	26.
Autres maladies . . .	35.	36.	33.	37.	141.
Somme . .	389.	426.	386.	403.	1604.

L'on voit par cette Table que les maladies les plus meurtrières ſont en effet les maladies de langueur, (provenantes de quelque ſuppuration intérieure dans la poitrine ou dans le bas-ventre) l'hydropiſie, l'apoplexie, & les fièvres bilieuſes & malignes. Il eſt poſſible que

pluſieurs des morts marquées ſous ces articles ne leur appartiennent pas. Rien n'eſt plus aiſé, par exemple, que de confondre la phthiſie avec l'hydropiſie de poitrine, d'autant plus qu'il y a ſouvent une complication de ces deux maladies. Et quant aux fièvres, toutes celles qui ſont marquées ſur les Régiſtres ne doivent pas non plus être regardées comme des fièvres bilieuſes & malignes. Il y en a beaucoup qui ſont inflammatoires, & qui, comme cauſes de mort, devroient être rangées ſous l'article des péripneumonies & des miſérérés. Mais en général, ce ſont là les principales ſources de deſtruction dans notre pays.

Je range dans le dernier Article toutes les maladies égrenées, douteuſes, ou qui ne valent pas la peine d'être inſérées ſéparément. De ce nombre ſont, en 1779, ſept cas de cancer, ſept de dentition, quatre de tétanos, quatre de la maladie noire, quatre de rétention d'urine, trois d'hernie, un de ſuite de couches, un de fièvre d'accès carotique, un de la maladie vénérienne, &c.; & en 1778, ſept de cancer, ſept de dentition, ſept de gangrène, cinq de ſuite de couches, deux d'hernie, un de rétention d'urine, un d'hydrophobie, un de tétanos, un de l'opération de la taille, &c.

Quant aux épidémies, il y en a de deux ſortes, 1°. celles qui ſont produites par un miaſme particulier, & qui ſont aſſujetties à des retours plus ou moins réguliers, telles que la petite-vérole, la rougeole, la fièvre rouge & la coqueluche. Ce ſont là les épidémies proprement dites. 2°. Celles qui tiennent plutôt aux viciſſitudes de la chaleur, telles que les péripneumonies, les coliques inflammatoires, la dyſenterie & les fièvres continues. Peut-être ces deux dernières tiennent-elles auſſi à quelque miaſme *ſui generis*. C'eſt une queſtion qui n'eſt point encore décidée : car il ne s'agit ici, je le répète, que d'une ſorte de fièvre rémittente qui ne reſſemble point au vrai typhus, qui ne paroît point contagieuſe, & qui ne prend un caractère de malignité que par une détermination topique au cerveau. Quoi qu'il en ſoit, afin de mieux tracer les rapports qu'il peut y avoir entre le retour de ces maladies, & les variations ſenſibles de l'athmoſphère, j'ai cru devoir dreſſer une Table qui indique le nombre des morts occaſionnées par ces huit maladies dans les différens mois de l'année.

Rôle des Morts de maladies épidémiques dans les différens mois de l'année.

1778.

Mois.	Petite Vérole.	Rougeo	Fièvre rouge.	Coquel.	Infl. de poitrin.	Colique inflam.	Dyſent.	Fièvre contin.	Totalité
Janvier	4	—	—	1	3	1	—	7	16
Février	7	—	1	—	1	—	—	6	15
Mars	3	1	1	2	3	1	1	8	20
Avril	2	2	—	2	5	2	—	4	17
May	3	-	1	—	1	3	—	1	9
Juin	6	—	—	1	—	3	—	5	15
Juillet	6	1	—	—	—	1	—	1	9
Aouſt	8	1	1	1	—	—	—	7	18
Septembre	8	—	1	—	2	—	—	6	17
Octobre	22	—	3	—	—	—	—	4	29
Novembre	7	—	4	1	—	—	—	2	14
Décembre	7	—	3	—	2	—	—	6	18
Somme	83	5	15	8	17	11	1	57	197

1779.

Janvier	7	—	—	1	1	—	—	5	14
Février	—	—	—	2	4	1	—	4	11
Mars	—	—	—	—	3	1	—	1	5
Avril	3	—	2	—	1	2	—	2	10
May	2	1	—	—	—	—	—	2	5
Juin	—	—	—	—	—	—	—	7	7
Juillet	1	—	—	2	—	1	1	4	9
Aouſt	1	2	1	2	—	3	1	4	14
Septembre	3	2	—	—	—	4	1	5	15
Octobre	3	—	1	9	1	2	6	7	29
Novembre	2	—	—	3	—	1	—	6	12
Décembre	2	—	1	2	1	—	2	2	10
Somme	24	5	5	21	11	15	11	49	141

Il y a quelques remarques à faire ſur cette Table par leſquelles nous terminerons cet Extrait.

La petite-vêrole, la rougeole, la fièvre rouge & la coqueluche ſont des maladies d'enfans; & la plupart de ceux qui en ſont morts n'avoient pas atteint l'âge de 2 ans. Or, il faut ſavoir qu'à Genève les enfans du peuple ſont preſque tous nourris dans quelque village de la Savoie, à une certaine diſtance de la ville, que là ils ſont en proie, non-ſeulement à tous les maux qu'occaſionnent la pauvreté & le manque de ſoins, mais encore à toutes les épidémies qui pour l'ordinaire font plus de ravage dans les campagnes qu'à la ville. Quand ils ſont morts ou mourans, on les rapporte à Genève pour y être enterrés; & le Chirurgien-Viſiteur qui dirige les enterremens les couche ſur ſon régiſtre. Cette conſidération ſuffit pour expliquer, par exemple, pourquoi la petite-vérole ayant été fortement épidémique en 1776 au point d'emporter plus de 200 perſonnes, il y a cependant encore, en 1778, 83 morts rangées ſous cet article dans le bill de mortalité. Y auroit-il donc eu un retour d'épidémie au bout de deux ans? Non: des 39 premiers morts de petite-vérole cette année, il y en a 30 qui l'avoient eue en Savoie, & qui, ayant été tranſportés en ville, ont bien pu occaſionner, par la communication de la contagion, non-ſeulement quelques petites-véroles ſporadiques pendant les huit premiers mois de l'année, mais encore une apparence d'épidémie dans les quatre derniers mois, pendant leſquels il en mourut 37 dans la ville même, la plupart cependant dans un quartier que l'épidémie de 1776 avoit épargné. C'eſt un exemple de ce qui arrive dans les grandes villes, où la petite-vérole eſt preſque toujours épidémique, mais dans des quartiers différens.

Concluons cependant de-là qu'il ſeroit bien à ſouhaiter qu'on ne mît point d'enfans en nourrice dans la campagne, ſans les avoir au préalable garanti par l'inoculation du danger de la petite-vérole. MM. les Directeurs de l'Hôpital devroient ſur-tout prendre cette précaution pour les enfans qui dépendent immédiatement de leurs ſoins. Ce ſont eux ſur-tout que l'on envoie par économie dans ces villages éloignés, où les épidémies en font périr un ſi grand nombre. Sur 24 morts de la même maladie en 1779, il y en a 16 apportés de la campagne.

J'en dis autant de la rougeole, de la fièvre rouge & de la coque-

luche. Sur 5 morts de rougeole en 1778, il y en a 3 qui étoient morts en Savoie, & les 8 morts de coqueluche la même année étoient tous dans le même cas.

La péripneumonie ou l'inflammation de poitrine eſt ſur-tout une maladie du printems, comme on le voit par la Table. C'eſt dans les premiers mois de l'année qu'il en meurt le plus. C'eſt l'hiver qui diſpoſe à cette maladie. C'eſt le froid continué pendant un certain tems qui l'occaſionne, ſur-tout dans la ſaiſon où les viciſſitudes de la chaleur ſont les plus fréquentes.

La chaleur de l'été ſemble à ſon tour diſpoſer plus particuliérement aux coliques inflammatoires & à la dyſenterie. Il y eut ſur la fin de l'été de 1779 une épidémie de ce genre très-marquée.

Quant aux fièvres, il paroît qu'il n'y a aucun mois de l'année qui en ſoit exempt, aucune ſaiſon qui y diſpoſe d'une manière plus particulière. Peut-être une longue ſuite d'Extraits mortuaires fourniroit-elle une concluſion différente. Deux années ſeules ne ſuffiſent point pour décider des queſtions de ce genre. Quoi qu'il en ſoit, les fièvres continues de ce pays n'ont point un caractère d'épidémie auſſi marqué que celles dont on trouve la deſcription dans les Auteurs de médecine, & qui font tant de ravage dans les grandes villes. A coup ſûr, elles ne ſont point auſſi contagieuſes.

CONSIDÉRATIONS

SUR LA

MÉTÉOROLOGIE,

Et réſultats d'Obſervations faites à Genève pendant l'année 1778.

Rédigées pour la Société des Arts,

Par M. A. PICTET.

ON fait à préſent preſque par-tout des Obſervations Météorologiques; les progrès de la Phyſique expérimentale ont fourni des inſtrumens propres à les rendre exactes & comparables, & les Sociétés ſavantes les conſignent dans leurs régiſtres comme un dépôt qui peut déja éclaircir divers points de Phyſique, mais qui ſera ſur-tout intéreſſant pour la poſtérité.

Si, comme on peut raiſonnablement le préſumer, les variations de l'athmoſphère ſont ſoumiſes à certaines périodes régulières ramenées par le retour des mêmes combinaiſons dans les circonſtances qui les ont produites, on ne peut eſpérer de découvrir ces retours, que par de longues ſuites d'obſervations exactes & aſſidues comparées entr'elles ſous les divers points de vue qu'elles peuvent offrir.

On ne peut nier que la découverte de ces périodes, ne fut vraîment utile pour l'Agriculture & la Médecine; ces deux ſciences qui ne ſont preſque que des ſuites de conjectures, feroient bien eſſentiellement perfectionnées, ſi après avoir établi par la comparaiſon des

obſervations météorologiques, rurales & médicinales, les rapports des variations de l'athmoſphère avec les productions de la Terre & les maladies de ſes habitans, on en venoit au point de prévoir ces variations & d'aſſigner avec un certain degré de préciſion leur influence & leur durée.

On ignore encore ſi la peſanteur & la température moyenne de l'athmoſphère ſont conſtantes ; on n'a point d'obſervations anciennes qu'on puiſſe comparer aux modernes pour en tirer des concluſions certaines à cet égard ; les obſervations météorologiques n'ont guères commencé qu'avec ce ſiècle, la chaleur ſemble, il eſt vrai, ſuivre dès lors une progreſſion ſenſiblement décroiſſante, mais l'intervalle n'eſt pas aſſez conſidérable, & les obſervations elles-mêmes ne ſont point aſſez ſûres pour qu'on puiſſe regarder dès-à-préſent cette induction comme une vérité phyſique ; nos deſcendans jouiront peut-être d'obſervations aſſez anciennes & aſſez exactes pour établir ce fait remarquable, & nous devons chercher à ne pas mériter de leur part les reproches que nous ſerions en droit de faire à quelques égards à ceux qui nous ont précédé.

Les réſultats moyens des obſervations météorologiques, & ſur-tout de celles qui ont la chaleur pour objet, donnent une idée juſte de ce qu'on doit appeller le *Climat* de chaque lieu ; ils montrent combien les cauſes locales, telles que le voiſinage des montagnes, la hauteur abſolue ſur le niveau de la mer, ont plus d'influence ſur le climat de différens lieux, que leur diſtance à l'Equateur conſidérée abſtraitement.

Le degré de préciſion que la meſure des hauteurs par le baromètre a acquiſe de nos jours, fait qu'on peut déduire des obſervations ſuivies de cet inſtrument dans un même lieu, la hauteur de ce lieu ſur le niveau de la mer d'une manière aſſez exacte, & d'autant plus ſûre que les obſervations ſont plus nombreuſes ; cette détermination eſt également intéreſſante par ſon influence ſur le Climat, & par ſa liaiſon avec la Géographie phyſique.

Les obſervations du baromètre ſédentaire peuvent ſervir ſous divers autres points de vue aux progrès de la Phyſique ; en raſſemblant, par

exemple, comme on l'a fait ici pour la première fois, les obſervations faites à-peu-près à la même heure du jour, la comparaiſon des hauteurs moyennes du baromètre dans ces époques, donne une certaine différence diurne moyenne du poids de l'air dans un même lieu, & les hauteurs moyennes du thermomètre obſervées dans le même tems, peuvent indiquer à peu-près l'effet de la chaleur ſur cette différence; on verra ci-après que ces obſervations ſont encore ſuſceptibles d'autres combinaiſons intéreſſantes.

Enfin, la comparaiſon d'obſervations météorologiques faites en différens pays, ouvre une vaſte carrière aux recherches relatives à la marche des grandes variations de l'athmoſphère, à leur étendue, à leur rapport avec les phénomènes céleſtes, & peut conduire à de belles découvertes ſur les cauſes de ces variations.

Les obſervations dont j'offre à la Société les réſultats pour l'année 1778, ont été faites avec ſoin & aſſiduité & ſe continuent de même; je me propoſe, d'après la demande des Comités, de les publier annuellement dans ſes Mémoires, à-peu-près ſous la même forme où elles paroiſſent aujourd'hui. Je dois en conſéquence décrire ici, une fois pour toutes, les inſtrumens que j'employe, & indiquer les corrections qu'ont ſubi les obſervations avant qu'on en conclut les moyennes que les Tables renferment; ces détails donneront une idée de la préciſion à laquelle j'ai cru devoir m'attacher & régleront le degré de confiance que méritent les réſultats.

Le baromètre, dont je me ſuis principalement ſervi, eſt à réſervoir ou à boule, le diamètre intérieur de ſon tube eſt de 3 lignes $\frac{1}{2}$, & celui du réſervoir d'un peu plus de 17 lignes; il réſulte de cette proportion, qu'à une variation d'un pouce dans le tube, répond un changement de $\frac{1}{72}$. de ligne dans le niveau du mercure du réſervoir qu'on peut regarder comme cylindrique dans cet eſpace; ce baromètre a été purgé d'air par le feu deux fois conſécutivement, il porte une diviſion par quarts de lignes, on eſtime fort bien à l'œil le quart d'une de ces diviſions qui fait $\frac{1}{72}$. de ligne, & les obſervations ſe notent en pouces, lignes & ſeizièmes de lignes du pied de Paris: la diviſion a été adaptée au baromè-

tre, non point d'après aucune meſure priſe du niveau du mercure dans le réſervoir, méthode pour l'ordinaire peu exacte, mais en le mettant d'accord à la hauteur de 27 pouces avec un excellent baromètre portatif à ſyphon conſtruit ſuivant les principes de M. De Luc.

A ce baromètre eſt joint un thermomètre de mercure qui porte une diviſion particulière qu'on doit encore à M. De Luc, elle eſt deſtinée à corriger l'effet de la chaleur ſur le mercure contenu dans le baromètre; le zéro de cette diviſion répond au dixième degré au-deſſus de la glace du thermomètre appellé *de Réaumur* ~~& ſix degrés cet~~ font préciſément ~~cinq de Réaumur~~, chacun de ces degrés répond à $\frac{1}{11}$. de ligne à ajouter ou à retrancher à la hauteur obſervée du baromètre ſelon que les degrés ſont au-deſſous ou au-deſſus du zéro de l'échelle; on a l'avantage de réduire ainſi toutes les obſervations à une même température & cette correction n'eſt pas indifférente, car le ſeul effet de la chaleur ſur le mercure, entre les deux températures extrêmes qu'on peut éprouver de l'Hiver à l'Eté dans l'intérieur des appartemens, fait tenir le baromètre d'une ligne $\frac{1}{2}$ plus haut en été qu'en hiver, à poids égal de l'athmoſphère.

Le thermomètre deſtiné à indiquer la température de l'air extérieur, eſt auſſi de mercure & conſtruit avec beaucoup de ſoin; ſa diviſion eſt celle qu'on nomme improprement de *Réaumur*, elle eſt de 80 parties égales entre le point de la glace qui fond & celui de l'eau bouillante le baromètre étant à 27 pouces, j'appellerai ce thermomètre *commun* à l'exemple de M. De Luc; ſa boule eſt parfaitement iſolée & indépendante de la monture, il eſt ſuſpendu en dehors & à quelque diſtance du mur d'une croiſée ſur laquelle le ſoleil ne donne jamais, & on note l'obſervation en degrés & dixièmes de degrés.

On a obſervé le baromètre & les deux thermomètres en même tems deux fois le jour dans les huit premiers mois de l'année 1778, & trois fois le jour dans les quatre derniers mois; on a continué dès lors ſans interruption à faire trois obſervations dans les 24 heures, en s'attachant plus particulièrement à les faire aux mêmes heures, ſavoir 8 heures du matin, 2 heures après midi & 10 heures du ſoir.

Chacune des obſervations du baromètre a été ſoumiſe à pluſieurs corrections ou réductions avant que de conclure les moyennes.

La première de ces corrections étoit rélative au changement de niveau qui a lieu dans le réſervoir, lorſque le mercure monte ou deſcend dans le tube ; j'avois placé la diviſion de manière que cette correction étoit nulle à 27 pouces, additive au-deſſus & ſouſtractive au-deſſous d'après la proportion aſſignée ci-deſſus de $\frac{1}{16}$. de ligne de variation dans la boule pour un pouce dans le tube, cette correction pouvoit aller juſqu'à près d'une ligne dans les cas extrêmes.

La ſeconde correction avoit pour objet l'effet de la chaleur ſur le mercure du baromètre ; on a ajouté ou retranché autant de ſeizièmes de ligne à la hauteur obſervée, que le thermomètre de correction dont j'ai parlé indiquoit de degrés au-deſſous ou au-deſſus de zéro dans chaque obſervation, & on les a ainſi toutes réduites à la température moyenne de 10 degrés du thermomètre commun.

Enfin on a rapporté toutes les obſervations du baromètre au niveau de notre Lac en été ; comme elles n'avoient pas été toutes faites dans le même lieu, il devenoit néceſſaire pour les rendre comparables entr'elles, de les réduire à un terme commun, & dans ce cas le niveau du Lac méritoit à tous égards la préférence ; il eſt élevé d'après les obſervations de M. De Luc, de 188 toiſes de France au-deſſus de la mer Méditerranée ; le lieu où j'obſervois pour l'ordinaire eſt élevé de 90 pieds au-deſſus du Lac, & j'ai ajouté en conſéquence à chaque obſervation, pour la réduire à ce niveau, une quantité qui varioit depuis une ligne $\frac{4}{16}$ juſqu'à une ligne $\frac{1}{16}$ entre les deux extrêmes de froid & de chaleur que cette colonne d'air de 90 pieds pouvoit éprouver ; j'ai pouſſé l'exactitude dans cette correction comme dans toutes les autres juſqu'aux trente-deuxièmes de ligne.

Les circonſtances ne m'ont pas permis d'obſerver toujours dans le même lieu ; pluſieurs obſervations ont été faites à *Cartigny* à deux lieues au Sud-Oueſt de Genève, dans un endroit élevé de 196 pieds au-deſſus du niveau du Lac ; mais on ſait que les variations de l'athmoſphère ſe propagent avec une aſſez grande rapidité pour qu'une

distance à-peu-près horizontale de deux lieues ne faſſe pas différer ſenſiblement la marche de deux baromètres, ſur-tout lorſqu'il s'agit de *Moyennes*. J'ai apporté, dans ces dernières obſervations, les mêmes précautions que dans toutes les autres, & la hauteur de ce ſecond baromètre, ſur le niveau du Lac, très-exactement déterminée par une moyenne entre 64 obſervations correſpondantes, a fourni la correction néceſſaire pour réduire les obſervations à ce niveau; cette correction toujours additive, mais variable ſuivant la chaleur de l'air, ſe trouvoit renfermée entre les extrêmes de 2 lignes $\frac{5}{12}$ & 2 lignes $\frac{12}{12}$.

J'ai cherché par ces corrections, qui ſont l'objet d'un travail aſſez long & ingrat, & qui pourroient paroître minutieuſes aux perſonnes qui n'ont pas réfléchi ſur cette matière, à dégager la marche du baromètre de toutes les influences étrangères au poids de l'air, influences dont les effets tantôt ſe compenſent & tantôt s'accumulent & produiſent ainſi des irrégularités très-ſenſibles, dont il faut dépouiller la marche du baromètre pour qu'elle puiſſe être regardée comme la repréſentation fidèle & exacte des variations de l'atmoſphère.

Les obſervations, ainſi corrigées & réduites ont été rangées par colonnes d'un mois chacune; j'ai adopté cet ordre comme le plus propre à rendre les réſultats comparables à ceux des autres pays, parce qu'il eſt aſſez généralement ſuivi; car j'ai lieu de préſumer, d'après un travail fait ſur d'autres années, que des diviſions rélatives à certaines poſitions de la Terre dans ſon orbite, & aux aſpects de la Lune, auroient été plus fertiles en conſéquences. On a additionné chaque colonne ſéparément, & diviſé la ſomme par le nombre des obſervations; ces réſultats moyens ſont les ſeuls qu'on publie aujourd'hui, les obſervations elles-mêmes forment un volume trop conſidérable pour en groſſir les Mémoires de la Société; j'ai d'ailleurs ſuppléé en partie à cette omiſſion, comme on le verra ci-après; mais quoique je n'aie pas cru devoir les publier, ces obſervations n'en ſont pas moins à la diſpoſition des amateurs de la Phyſique qui voudront les conſulter, ſoit pour leur comparer des obſervations correſpondantes faites dans quelques lieux dont on chercheroit à connoître la hauteur, ſoit pour tel autre but qui pourra les intéreſſer.

La première des deux Tables renferme trois colonnes principales, deſtinées comme leur titre le porte, l'une aux obſervations du matin, l'autre à celles faites vers midi, & la troiſième à celles du ſoir; chacune de ces colonnes principales eſt ſubdiviſée en quatre plus petites qui renferment pour chaque mois les heures moyennes des Obſervations, les hauteurs moyennes du baromètre en pouces, lignes & ſeizièmes de lignes avec une décimale; les hauteurs moyennes du thermomètre à l'air libre, exprimées en degrés du thermomètre *commun*, avec deux décimales; enfin la variation moyenne du baromètre dans l'intervalle des obſervations, exprimée en ſeizièmes de ligne avec une décimale.

Les colonnes qui renferment les hauteurs moyennes du baromètre fourniſſent quelques remarques intéreſſantes.

On voit d'abord ces hauteurs plus conſtantes dans les mois d'Eté que dans ceux d'Hiver.

Le mois d'Octobre a donné la moindre hauteur moyenne, & celui de Décembre la plus grande; le premier de ces deux mois a été ſingulièrement pluvieux, & le dernier nous offre la plus grande hauteur du baromètre qu'on ait obſervée depuis bien long-tems; mais on remarque ſur-tout, en comparant les trois colonnes des hauteurs du baromètre, que cette hauteur eſt moindre dans les obſervations du milieu du jour que dans celles du matin & du ſoir; la hauteur moyenne de toute l'année, réſultante des obſervations de l'après midi, eſt de 27 pouces 0 ligne $\frac{5}{12}$, & celle du ſoir de 27 pouces, 0 ligne $\frac{92}{160}$ plus grande de plus d'un quart de ligne, & ſi on veut comparer les trois colonnes en ne prenant pour cet effet que les quatre derniers mois, on trouve

	pouc.	*lig.*	*ſeiz.*
pour la moyenne du matin	27.	0.	13, 6.
vers midi	27.	0.	9, 2.
du ſoir	27.	0.	12, 9.

la même différence d'environ un quart de ligne ſe trouve entre les obſervations de l'après-midi & celles du ſoir, & celles du matin ſurpaſſent encore en hauteur ces dernières.

La colonne des *variations moyennes* offrant une combinaiſon nouvelle en ſon genre, exige quelques explications.

Les changemens dans le poids & le reſſort de l'air, qui font monter & deſcendre le baromètre, ne ſont point également fréquens, ni d'une égale étendue dans le cours de l'année, & c'eſt à l'indication de cette mobilité plus ou moins grande de l'athmoſphère, qu'eſt deſtinée la colonne des *variations moyennes*; cette variabilité eſt exprimée immédiatement par le mouvement du mercure dans le baromètre pendant le tems écoulé entre des obſervations ſucceſſives; on a donc pris ſucceſſivement les différences des hauteurs obſervées le matin, l'après-midi & le ſoir; on a formé de ces différences trois colonnes correſpondantes aux trois intervalles entre les heures des obſervations; on a additionné ces colonnes pour chaque mois, & diviſé leurs ſommes par le nombre des obſervations, ce qui a produit les variations moyennes dont il eſt ici queſtion.

Ces variations comprennent indiſtinctement les oſcillations du baromètre dans les deux ſens d'aſcenſion & d'abaiſſement; mais on trouve aiſément, ſi l'on veut, combien l'un ſurpaſſe l'autre en recourant aux hauteurs moyennes; il eſt clair, par exemple, que la quantité dont celles du ſoir ſurpaſſent celles de l'après-midi, indique de combien le baromètre a plus monté qu'il n'a deſcendu dans cet intervalle.

On obſervera que cette variation moyenne eſt bien différente dans les divers tems de l'année, on la voit, par exemple, dans le mois de Février de $\frac{197}{160}$. de ligne entre les obſervations du ſoir à 10 heures, & celles du lendemain vers midi, tandis qu'au mois de Juillet elle n'eſt que de $\frac{77}{160}$. de ligne, c'eſt-à-dire, environ le tiers de la précédente, dans la même portion des 24 heures, & la ſeule inſpection des colonnes montre que cette variabilité eſt beaucoup plus grande en Hiver qu'en Eté.

On peut remarquer auſſi qu'elle s'eſt trouvée la plus grande dans l'intervalle qui répond à la nuit, & la moindre du matin à l'après-midi, ſans ſuivre cependant le rapport des tems écoulés; cette variabilité de $\frac{123}{160}$. de ligne, qui eſt la moyenne de cette année dans l'intervalle nocturne, répond à une mobilité de $\frac{1}{471}$ dans la preſſion totale de la colonne moyenne d'air qui pèſe ſur le Lac de Genève.

La

La ſeconde Table renferme les plus grandes & moindres hauteurs du baromètre obſervées chaque mois avec les jours & les heures des obſervations; on y a joint auſſi une colonne qui donne la variation totale pour chaque mois, & qui n'eſt autre choſe que la différence des nombres des deux précédentes; on verra en la parcourant, quelle ſuit à-peu-près la même marche que celle des variations moyennes, & cela eſt aſſez naturel; la variation totale dans le mois de Juillet n'eſt que d'environ 4 lignes, tandis qu'en Février & en Décembre on la voit de plus de 15 lignes, c'eſt-à-dire plus grande à-peu-près dans le rapport de quatre à un.

La moindre hauteur du baromètre a été obſervée le 4^e^. Mars vers midi, de 26 pouces 2 lignes $\frac{65}{100}$, & la plus grande le 26 Décembre à 8 heures $\frac{3}{4}$ du ſoir de 27 pouces 9 lignes $\frac{7}{12}$; la différence de ces deux hauteurs, donne 19 lignes pour la variation totale de cette année, & répond à une différence d'environ $\frac{1}{17}$. dans la preſſion de l'athmoſphère qu'on éprouve à Genève.

On trouve à la ſuite des Tables une figure, qui repréſente par une ligne courbe, la marche du baromètre pendant toute l'année; les lignes horizontales du chaſſis, diſtantes entr'elles d'une ligne du pied de roi, indiquent les hauteurs obſervées, & les intervalles compris entre les lignes verticales répondent à chacun des jours de l'année & ont deux lignes de largeur; ces dimenſions ſont arbitraires, ce ſont celles qu'on a employé pour le même objet dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, je les ai choiſies par cette raiſon pour rendre les courbes plus facilement comparables, & il ſeroit à ſouhaiter qu'on adoptât cette même échelle par-tout où l'on cherchera à repréſenter les obſervations de cette manière.

L'obſervation elle-même eſt indiquée par un point placé ſoigneuſement à l'égard des lignes horizontales & verticales, dans le lieu qui convient à la hauteur obſervée & à l'heure de l'obſervation; on a fait paſſer par tous ces points une ligne, dont les inflexions plus ou moins fréquentes ou plus ou moins prononcées, font voir d'un coup-d'œil la nature & la marche des variations de l'athmoſphère qu'elles expriment.

Les quatre bandes horizontales renferment chacune un intervalle de trois mois, elles différent en largeur, parce qu'on ne leur a donné dans ce ſens que l'étendue néceſſaire pour comprendre les hauteurs ou abaiſſemens extrêmes de chaque Trimeſtre. J'ai cru devoir y placer les Phaſes de la Lune, ſon Apogée, & ſes plus grandes Déclinaiſons boréales & auſtrales, pour qu'on pût, en comparant ces aſpects avec les portions de la courbe qui leur correſpondent, chercher s'il exiſte quelque rapport bien ſenſible entre ces Phénomènes, & les variations de l'athmoſphère dont le baromètre eſt l'indice & la meſure. La lettre *A* indique la plus grande Déclinaiſon auſtrale, c'eſt-à-dire, le jour où la lune paſſe au Méridien avec la moindre hauteur, & *B* la plus grande déclinaiſon boréale, c'eſt-à-dire, le jour du mois où la lune eſt le plus élevée ſur l'Horizon à ſon paſſage au Méridien, & où ſon action, dans nos climats, doit être à cet égard la plus directe.

On s'eſt attaché à placer avec beaucoup de préciſion les points qui repréſentent les obſervations une à une, pour qu'ils puiſſent ſuppléer en quelque manière au recueil de ces mêmes obſervations; on pourra donc trouver une hauteur quelconque du baromètre, & l'heure où elle a été obſervée par la poſition du point qui la repréſente, rélativement aux lignes horizontales & verticales entre leſquelles il ſe trouve, ſans craindre une erreur de plus d'un ou deux ſeizièmes de ligne dans la hauteur, & d'une heure dans le tems; chacune des lignes verticales répond à minuit, & les chiffres placés à l'extrémité des lignes horizontales indiquent les hauteurs du baromètre de trois en trois lignes.

Je terminerai cet expoſé par quelques remarques générales ſur la température de l'année.

On n'a éprouvé dans l'Hiver aucun froid remarquable, le plus grand qui ſe ſoit fait ſentir aux heures ordinaires des obſervations a été ſeulement de 4 degrés au-deſſous de la glace les 8, 9 & 10 Janvier, & dans les 15 derniers jours du mois, le thermomètre s'eſt vu conſtamment au-deſſus de zéro; mais quoique le froid n'ait été ni long ni conſidérable, la végétation s'eſt montrée plutôt tardive que précoce.

On a éprouvé le 16e Juin un froid aſſez rare dans la ſaiſon, il eſt

tombé de la neige ſur le Jura & même ſur Saléve, & le lendemain 17 à 6 heures du matin, le thermomètre étoit à 5 degrés ½ au-deſſus de la congélation.

L'Eté n'a point offert de chaleur extraordinaire, on n'a pas vu le thermomètre plus haut que 23 degrés dans les obſervations de l'après-midi; mais il eſt monté très-fréquemment juſqu'à ce point dans le mois d'Août, & en général cette ſaiſon a été chaude & ſéche; on a éprouvé vers la fin d'Août un vent de Nord violent qui a duré pluſieurs jours, il a achevé de deſſécher la Campagne qui ſouffroit déja beaucoup de la ſéchereſſe, & roulant ſur le Lac dans le tems où ſes eaux ſont les plus hautes, il a cauſé des dégats ſur ſes bords.

Une pluie aſſez abondante eſt venue le 7 Septembre mettre fin à la ſéchereſſe; l'automne a été exceſſivement pluvieuſe, & cette année doit faire époque chez nous à cet égard, puis qu'il eſt tombé du 7^e. Septembre au 12^e. Novembre, en 65 jours, près de 23 pouces d'eau, c'eſt-à-dire, 3 à 4 pouces de plus qu'il n'en tombe pour l'ordinaire à Genève dans une année entière: les pluies de la fin d'Octobre étant accompagnées de vents chauds, ont cauſé de grandes inondations dans les Alpes par la fonte des neiges, l'Arve étoit le 26 d'une hauteur à laquelle on ne l'avoit pas vue depuis long-tems, elle couvroit une partie des jardins & l'avenue du pont du côté de la ville étoit inondée.

Le mois de Décembre conſtamment beau, nous offre une hauteur du baromètre bien remarquable, & la plus grande ſans doute qu'on ait vu à Genève depuis qu'on l'y obſerve, il étoit comme nous l'avons dit le 26 Décembre à 8 heures ½ du ſoir à 27 pouces 9 lignes $\frac{7}{12}$. le tems calme & couvert, & le thermomètre à un degré ½ au-deſſus de la congélation.

Le baromètre de la Société Royale étoit à Londres, le même jour à deux heures après midi, à 30 pouces $\frac{81}{100}$, le thermomètre étoit à 40, & celui du baromètre à 45 de l'échelle de Fahrenheit; cette obſervation réduite au pied de France, & à la température du zéro de l'échelle de correction, donne 28 pouces 11 lignes $\frac{26}{100}$, le ciel étoit ſerein & l'air extérieur à environ 3 degrés ½ au-deſſus de la glace.

de la diviſion appellée de Réaumur; le baromètre déja plus haut à cette heure-là qu'il n'eût été de l'année, continua probablement à s'élever juſqu'au ſoir, & il ſeroit à ſouhaiter qu'on eût cherché à ſaiſir le moment où il ceſſa de monter.

Cette grande hauteur fut auſſi obſervée à Paris le même jour à 10 heures du ſoir par M. Meſſier aſtronome de la marine; ſon baromètre monta à 28 pouces 9 lignes $\frac{8}{11}$, le thermomètre étant à demi degré au-deſſus de zéro, le vent N. E. & le Ciel ſans nuages; il ajoute, en publiant cette obſervation, que depuis qu'on obſerve à Paris la hauteur du mercure dans le baromètre, on ne ſe ſouvient pas qu'il ait monté auſſi haut.

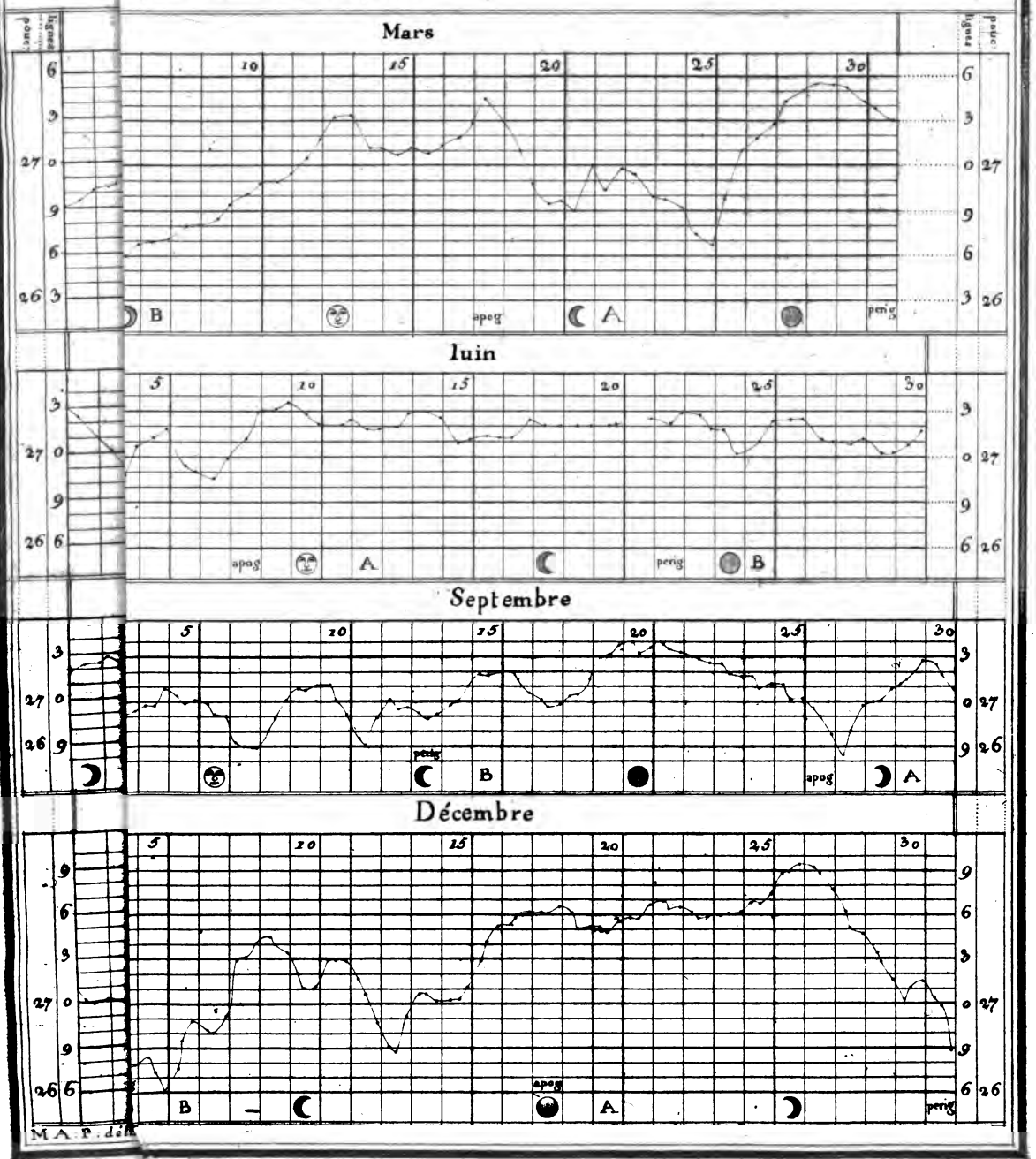
Sans prétendre que cette correſpondance, non-ſeulement du jour, mais preſque de l'heure entre l'obſervation de Paris & la nôtre, ait toujours lieu d'une manière auſſi frappante, on voit cependant que les grandes modifications de l'athmoſphère s'étendent au loin, conſéquence déja connue des Phyſiciens, mais que d'autres obſervations m'ont encore donné lieu de vérifier, & que ſon rapport, avec la meſure des hauteurs par le baromètre, rendroit ſeul intéreſſante.

Table I.

1778. Mois.	MATIN. Heures moy. des Observat H. M.	Hauteurs moyennes du Barometre. pouc. lig. feiz.	Hauteurs moy. du Therm. à l'air.	Variat. moy. du Baromèt. feiz. de lig	VERS MIDI. Heures moy. des Observat H. M.	Hauteurs moyennes du Barometre. pouc. lig. feiz.	Hauteurs moy. du Therm. à l'air.	Variat. moy. du Baromèt. feiz. de lig	SOIR. Heures moy. des Observat H. M.	Hauteurs moyennes du Barometre. pouc. lig. feiz.	Hauteurs moy. du Therm. à l'air.	Variat. moy. du Baromèt. feiz. de lig
Janvier	....	.....	....	....	1. 30	26. 10. 14,6	0,71	10,6	11. 5	26. 11. 8,9	−0,12	16,5
Février	....	.....	....	....	0. 17	26. 11. 11,0	1,91	17,2	10. 47	26. 11. 6,9	+0,54	19,7
Mars	....	.....	....	....	10. 46	26. 10. 13,3	5,43	13,3	10. 3	26. 11. 0,8	4,20	15,7
Avril	....	.....	....	....	11. 24	26. 10. 12,1	10,08	10,5	10. 30	26. 11. 11,6	8,52	10,6
Mai	....	.....	....	....	11. 58	27. 1. 0,5	13,82	9,1	10. 7	27. 1. 1,3	11,46	10,7
Juin	....	.....	....	....	0. 39	27. 1. 7,2	15,40	9,2	9. 44	27. 1. 11,2	12,59	9,1
Juillet	....	.....	....	....	11. 40	27. 1. 2,9	19,10	5,5	10. 12	27. 1. 4,3	16,04	7,7
Août	....	.....	....	....	0. 39	27. 1. 9,6	19,21	7,6	10. 4	27. 1. 13,8	15,07	7,8
Septemb.	7. 7	27. 0. 10,4	8,86	7,7	1. 29	27. 0. 6,4	13,28	9,7	10. 15	27. 0. 10,8	10,01	8,9
Octobre	8. 0	26. 10. 13,4	7,61	8,7	1. 35	26. 10. 6,2	9,26	10,2	10. 19	26. 10. 14,6	8,14	11,1
Novemb.	7. 57	27. 1. 3,3	3,70	10,9	1. 34	27. 1. 0,5	5,88	9,7	9. 51	27. 1. 3,8	4,20	14,7
Décemb.	8. 22	27. 2. 11,2	2,72	9,0	1. 26	27. 2. 7,6	4,54	14,4	10. 28	27. 2. 6,3	3,15	13,9
moyen. des 4 dern. mois	7. 51	27. 0. 13,6	5,72	9,1	1. 31	27. 0. 9,2	8,24	11,0	10. 13	27. 0. 12,9	6,37	12,1
moyennes de l'année	....	.....	....	....	0. 35	27. 0. 5,0	9,88	10,6	10. 17	27. 0. 9,2	7,82	12,2

Table II.

1778. Mois.	Jours du Mois.	Heures des Observations. matin. H. M.	Heures des Observations. soir. H. M.	Plus grandes hauteurs du Barometre. pouc. lig. seiz.	Jours du mois.	Heures des Observations. matin. H. M.	Heures des Observations. soir. H. M.	Moindres hauteurs du Barometre. pouc. lig. seiz.	Variation totale dans le mois. lig. seiz.
Janvier	7	. . . .	11. 30	27. 3. 8,0	14	. . .	2. 0 11. 0	26. 2. 15,5	12. 8,5
Février	3	. . . .	0. 0 11. 0	27. 5. 12,5	16 17	11. 0	11. 30	26. 3. 1,5	14. 11,0
Mars	29	. . . .	9. 0	27. 5. 8,0	4	. . . .	0. 30	26. 2. 6,5	15. 1,5
Avril	1 11	8. 0 6. 0	. . . .	27. 2. 6,5	30	6. 30	. . . .	26. 6. 3,5	8. 3,0
Mai	15	. . . .	10. 30	27. 3. 13,5	1	. . .	0. 4	26. 9. 5,5	6. 8,0
Juin.	9	. . . .	10. 0	27. 3. 10,0	7	11. 30	. . . .	26. 10. 8,0	5. 2,0
Juillet	11	. . . .	10. 30	27. 2. 10,5	19	. . . .	10. 15	26. 10. 12,0	3. 14,5
Août	14	. . . .	10. 30	27. 3. 13,5	27	. . . .	1. 45	26. 11. 10,0	4. 3,5
Septemb.	20	7. 0	. . . .	27. 4. 1,5	27	7. 30	. . . .	26. 8. 6,0	7. 11,5
Octobre	30	8. 0	. . . .	27. 4. 1,0	15	8. 0	. . . .	26. 6. 4,5	9. 12,5
Novemb.	26	. . .	0. 30	27. 5. 9,5	10	8. 0	. . . .	26. 7. 9,5	10. 0,0
Décemb.	26	. . . .	8. 45	27. 9. 7,0	5	. . . .	10. 0	26. 6. 3,5	15. 3,5
		Moyennes		27. 4. 8,5		. . . .		26. 7. 1,8	
				27. 0. 13,1					

FIN.

poids de l'Athmosphére